Niveau(x) d'enseignement: 8 Numéro EDUQ : 8570593
Centre d'intérêt: 840

Opération sciences fondamentales.

O.S.F., Opération sciences fondamentales : rapport au Ministère de l'éducation. -- [Québec] : Direction générale de l'enseignement supérieur, 1976.
3, ix, 625 p. : graph., ; 28 cm.

Serge Lapointe, président. En tête du titre: Planification sectorielle de l'enseignement supérieur. Code: 37-8814/76-05. Notes bibliogr. au bas des p.

Descripteur(s): *Sciences *Recherche scientifique *Plan de développement *Analyse de besoins *Diplômé *Objectifs d'éducation *Programme de formation *Formation des chercheurs *Formation des enseignants *Education permanente *Chimie *Mathématiques *Physique *Sciences biologiques *Sciences de la terre *Universitaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Sciences fondamentales *Biochimie

En juin 1973, le ministère de l'Education annonçait la création d'une opération de planification de l'enseignement supérieur dans le domaine des sciences fondamentales. L'objectif était d'élaborer, en liaison avec le Conseil des universités et avec le concours des institutions universitaires elles-mêmes, un plan quinquennal de développement couvrant la période 1976-1981 et un premier aperçu des tendances pour la période 1981-1986. Le document est la version finale du rapport du Comité directeur. Il constitue l'aboutissement de près de trois années de travaux et la synthèse de 37 publications.

Le premier chapitre est consacré à l'identification des besoins que le secteur des sciences fondamentales est appelé à satisfaire. Dans les cinq suivants est examinée l'une des missions du secteur des sciences fondamentales, celle qui consiste à former les travailleurs scientifiques dont la société a besoin. Les chapitre 7, 8 et 9 complètent l'examen du rôle éducatif des sciences fondamentales en considérant la formation des enseignants des sciences du secondaire et du collégial et les perspectives de développement de l'éducation permanente en sciences fondamentales. Le chapitre 10 tente de clarifier les objectifs de la recherche en sciences fondamentales. Les chapitres 11 à 16 abordent, à tour de rôle, chacun des sous-secteurs des sciences fondamentales: la chimie, les mathématiques, la physique, les sciences biologiques, les sciences de la terre et la biochimie.

Le rapport pose comme préalable au développement futur du secteur des sciences fondamentales une réorientation des objectifs poursuivis vers le niveau "opératoire" des sciences fondamentales. La mise en oeuvre des recommandations contenues dans le rapport devra faire intervenir une multiplicité d'agents. Aussi bien le Comité demande-t-il que le ministère de l'Education mette sur pied un mécanisme de coordination pour veiller aux suites de l'Opération sciences fondamentales.

Type de document: 9

EDUQ 8570583

Planification sectorielle de l'enseignement supérieur

OSF Operation Sciences Fondamentales

RAPPORT

AU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

Avril 1976

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
27-8814/76-06

EDUQ 8570583

Planification sectorielle de l'enseignement supérieur

OSF Operation Sciences Fondamentales

RAPPORT

AU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

Avril 1976

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
37-8814/76-05

OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

RAPPORT

AU MINISTERE DE L'EDUCATION

Le Comité directeur

Serge LAPOINTE, président
Louis-Marc GAUTHIER
Adam NAGY
Yvon SICOTTE
Fernand BONENFANT, secrétaire

Avril 1976

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

HÔTEL DU GOUVERNEMENT QUÉBEC

Québec, le 11 avril 1976

Monsieur Pierre Martin
Sous-ministre
Ministère de l'Education
1035 de Lachevrotière (15e)
QUEBEC

Monsieur le Sous-ministre,

Le Comité directeur de l'Opération Sciences Fondamentales a l'honneur de vous présenter un rapport sur l'ensemble de ses travaux, mettant ainsi un terme à deux années et demie d'activité.

La version finale de ce rapport a été établie après qu'un "Projet de rapport" eut été soumis à l'attention des universités québécoises. Les réactions de ces dernières à nos propositions ont été consignées dans des mémoires présentés lors d'une série d'audiences officielles tenues au ministère de l'Education durant les deux premières semaines de novembre 1975 Ces mémoires, de même que le "Projet de rapport" lui-même, sont joints à notre rapport final. Nous vous transmettons aussi un document, intitulé "Réponse aux mémoires des universités", dans lequel se trouvent résumés les changements de fond et les clarifications de présentation que nous avons cru opportun d'effectuer à la suite des audiences.

Comme vous le constaterez en parcourant notre rapport, nous avons posé comme préalable au développement futur du secteur concerné une réorientation des objectifs poursuivis vers ce que nous avons appelé, après d'autres auteurs, le niveau "opératoire" des sciences fondamentales. C'est pourquoi nos recommandations visent avant tout à une préparation plus adéquate des diplômés en sciences - de premier, deuxième ou troisième cycle - aux types de fonctions de travail qui les attendent, ainsi qu'à une plus grande pertinence de la recherche universitaire par rapport aux besoins socio-économiques à court, à moyen ou à long terme.

... /2

OPÉRATION SCIENCES FONDAMENTALES
SECRÉTARIAT: 20e ÉTAGE, ÉDIFICE G, QUÉBEC 4e, G1A-1J1, TÉLÉPHONE (418) 643-3706

37 8751

L'insistance avec laquelle nous avons souligné ce point de vue a créé un certain malaise chez plusieurs lecteurs de notre "Projet de rapport". On nous a même accusés d'ignorer la véritable nature des sciences fondamentales et de vouloir asservir leur développement aux possibilités immédiates d'utilisation. Nous nous sommes efforcés, tant au cours des audiences que dans la révision de notre rapport et la rédaction du document de réponse aux mémoires des universités, de dissiper ces fausses impressions et de montrer que le fait de privilégier l'aspect opératoire dans le processus de planification n'implique pas qu'on veuille réduire les activités dites "épistémologiques". Ces dernières servent d'appui à tout l'édifice et doivent par conséquent être maintenues avec une ampleur et une qualité suffisantes, dans les domaines les plus importants et les plus féconds au point de vue scientifique.

Le plan de développement que nous vous soumettons est par ailleurs incomplet en ce sens qu'il n'indique pas toujours de façon détaillée et avec un ordre chronologique précis les dispositions à prendre et les étapes à franchir pour atteindre les objectifs proposés. Nos recommandations touchant l'organisation des programmes de formation, par exemple, devront être concrétisées par l'élaboration de programmes formels, compte tenu des aspects particuliers de chaque discipline et dans le cadre des règlements pédagogiques des différentes institutions. De même, pour ce qui est de la répartition des champs de spécialisation ou des domaines d'application, nous n'avons fait des recommandations définies que pour certains cas particuliers qui ressortaient avec une assez grande netteté de l'analyse des dossiers d'inventaire. Pour compléter cette répartition et pour en assurer la cohérence il faudra procéder à une opération complémentaire pour laquelle nous proposons des mécanismes au chapitre 10 de notre rapport. Sans imposer de calendrier détaillé au déroulement de ces divers travaux, il est raisonnable d'espérer qu'ils soient tous terminés d'ici cinq ans. Nous suggérons qu'on accepte cette échéance et qu'on prévoie pour 1981 une évaluation des progrès accomplis.

... /3

La mise en oeuvre de nos recommandations fera par ailleurs intervenir une multiplicité d'agents: les universités elles-mêmes, au niveau de leur direction générale, de leurs facultés, de leurs départements ou directions de programmes; la Direction générale de l'enseignement supérieur et le Conseil des Universités, directement ou par les organismes ou services qui dépendent d'eux, en particulier le Comité conjoint des programmes et la Commission de la recherche universitaire; un certain nombre de comités disciplinaires, etc, etc. L'animation et la coordination de ces divers agents constitue évidemment une condition "sine qua non" de la réalisation du plan. C'est pourquoi nous désirons insister de façon tout à fait spéciale sur l'importance de la dernière recommandation de notre rapport, dans laquelle nous demandons "que le ministère de l'Education mette sur pied un mécanisme de coordination pour veiller aux suites de l'Opération Sciences Fondamentales".

Nous avons même, comme vous le remarquerez, formulé certaines recommandations qui s'adressent à d'autres organismes que le ministère de l'Education, le Conseil des universités ou les universités. Nous espérons que vous voudrez bien transmettre, selon les modalités qui vous paraîtront opportunes, ces recommandations à leurs destinataires.

Nous vous remercions d'avance de l'attention que vous accorderez à notre rapport et nous vous prions d'agréer, monsieur le Sous-ministre, l'assurance de notre considération distinguée.

Serge LAPOINTE, président

Louis-Marie GANTHIER

Adam NAGY

Yvon SICOTTE

Fernand BONENFANT, secrétaire

FB/mjr

"La science ..... mesure et calcule en vue de prévoir et d'agir".

Henri Bergson

"Science cannot develop unless it is pursued for the sake of pure knowledge and insight. It will not survive unless it is used intensively for the betterment of humanity".

Victor Weisskopf

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS 1

CHAPITRE 1 - LES SCIENCES FONDAMENTALES ET LA SOCIETE 15

1.1 Les sciences fondamentales et les besoins de la société .. 16

1.2 Les sciences fondamentales et l'ensemble des activités de la société 19

1.3 Les objectifs du secteur 21

1.4 Les sciences fondamentales à l'université 28

CHAPITRE 2 - LES DIPLOMES EN SCIENCES FONDAMENTALES 33

2.1 Introduction 33

2.2 La production de diplômés 34

2.3 Les carrières des diplômés 42

2.4 L'adéquation entre la formation et les fonctions de travail 55

2.5 Perspectives d'avenir 78

RECOMMANDATIONS 83

CHAPITRE 3 - OBJECTIFS DES PROGRAMMES DE FORMATION 87

3.1 Les types de fonctions des diplômés en sciences fondamentales 87

3.2 Les outils de formation 89

3.3 Les programmes et les types de fonction 90

3.4 Un cas particulier: les fonctions hors des sciences 92

3.5 Types de fonctions et outils de formation 93

3.6 Les sciences fondamentales appliquées et les programmes de formation 96

3.7 L'évolution passée des programmes de premier cycle 100

3.8 La recherche et les programmes d'études supérieures 103

3.9 Les programmes et le marché de l'emploi 108

RECOMMANDATION 119

CHAPITRE 4 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU PREMIER CYCLE 121
4.1 Objectifs 121
4.2 Organisation 134
4.2.1 Programme spécialisé 134
4.2.2 Programme avec majeure 137
4.2.3 Formation pour les domaines para-scientifiques 140
4.2.4 Un répertoire de cours de sensibilisation 142
4.2.5 Formation multidisciplinaire 143
4.2.6 Formation générale 145
4.2.7 Répercussion au niveau secondaire 146
4.2.8 Coordination avec le CEGEP 147
4.2.9 Evolution et transformation des programmes actuels. 152
4.2.10 La cohérence des programmes 160
RECOMMANDATIONS 161

CHAPITRE 5 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU DEUXIEME CYCLE 167
5.1 Objectifs 167
5.1.1 Préparation au travail 169
5.1.2 Spécialisation 170
5.1.3 Recherche 171
5.2 Organisation 172
5.2.1 Maîtrise ès sciences (M.Sc.) 174
5.2.2 Maîtrise professionnelle 180
5.2.3 Maîtrise ou certificat dans un domaine para-scientifique 185
5.2.4 La cohérence des programmes 185
RECOMMANDATIONS 187

CHAPITRE 6 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU TROISIEME CYCLE 191
6.1 Objectifs 191
6.2 6.1.1 Préparation au travail 194
6.1.2 Spécialisation 195
6.1.3 Recherche 197
6.2 Organisation 199
6.2.1 Le doctorat ès sciences (Ph.D.) 199
6.2.2 Doctorat professionnel 203
6.2.3 Normes à respecter pour offrir le doctorat 206
6.2.4 La cohérence des programmes 209
RECOMMANDATIONS 211

CHAPITRE 7 - LA FORMATION DES MAITRES 215
7.1 Introduction 215
7.2 La détermination des besoins 217
7.3 Les programmes actuels et leur clientèle 225
7.4 Changements proposés 233
7.4.1 Programmes de formation première 233
7.4.2 Programmes de perfectionnement 241
7.4.3 Recyclage 243
RECOMMANDATIONS 245

CHAPITRE 8 - HUMANISME SCIENTIFIQUE ET ENSEIGNEMENT PREUNIVERSITAIRE 249
RECOMMANDATION 255

CHAPITRE 9 - EDUCATION PERMANENTE 257
9.1 La nécessité et les caractéristiques de l'éducation permanente 257
9.2 L'éducation permanente et les sciences fondamentales 258

9.2.1 "Verticalité" des connaissances 259
9.2.2 Relativité des connaissances 261
9.2.3 L'expérience acquise 262
9.2.4 Jeunesse et continuité 263
9.2.5 Objectifs des programmes 263
9.2.6 Clientèle étudiante 264
9.3 Divers types d'éducation permanente en sciences fondamentales 265
9.3.1 Education des adultes 265
9.3.2 Un système de classification 268
9.4 Projets-pilotes en sciences fondamentales 273
9.4.1 Projets en promotion culturelle 273
9.4.2 Projets en recyclage 274
9.4.3 Projets en perfectionnement 275
9.4.4 Projets en formation première 276
9.4.5 Projets en promotion de travail 279
9.5 Accessibilité 279
RECOMMANDATIONS 281

CHAPITRE 10 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA RECHERCHE 283
10.1 La recherche en sciences fondamentales au Québec 283
10.2 La recherche en sciences fondamentales à l'université ... 284
10.3 Les divers types de recherche en sciences fondamentales . 286
10.4 Les divers types de recherche et l'université 292
10.4.1 La situation actuelle 292
10.4.2 L'évolution souhaitable 294
10.4.3 Les unités de recherche à l'université 295
10.4.4 Relations entre enseignement et recherche 298
10.4.5 Les organismes péri-universitaires de recherche . 300
10.5 Stratégie de développement 302
10.5.1 Le regroupement des activités 302
10.5.2 Coordination des activités 308
20.5.3 Moyens à mettre en oeuvre 313

10.6 La recherche orientée et appliquée dans les centres péri-universitaires 316
RECOMMANDATIONS 329

CHAPITRE 11 - LA CHIMIE 339
11.1 Introduction 339
11.2 Le premier cycle 342
11.2.1 Les programmes 342
11.2.2 L'ordre des chimistes du Québec 345
11.2.3 Les clientèles étudiantes et les diplômés 347
11.3 Le deuxième cycle 349
11.3.1 Les programmes 349
11.3.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés 350
11.4 Le troisième cycle 353
11.4.1 Les programmes 353
11.4.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés 354
11.5 La répartition des programmes 356
11.5.1 Université Bishop's 356
11.5.2 Université Laval 359
11.5.3 Université McGill 361
11.5.4 Université de Montréal 362
11.5.5 Université de Sherbrooke 364
11.5.6 Université Concordia 365
11.5.7 Université du Québec à Montréal 366
11.5.8 Université du Québec à Trois-Rivières 367
11.5.9 Université du Québec à Chicoutimi 369
11.5.10 Université du Québec à Rimouski 370
11.6 Les champs de spécialisation 371
11.7 La répartition des champs de spécialisation 374
11.8 Les centres péri-universitaires 376
11.9 Les subventions de recherche 376
RECOMMANDATIONS 381

CHAPITRE 12 - LES MATHÉMATIQUES 391
12.1 Introduction 391
12.2 Les programmes de premier cycle 392
12.2.1 Les programmes actuels: clientèles et diplômés 392
12.2.2 Objectifs et organisation des programmes de premier cycle 397
12.2.3 Répartition des programmes de premier cycle dans les institutions universitaires 411
12.3 Les programmes d'études supérieures 420
12.3.1 Les programmes actuels: clientèles et diplômés 420
12.3.2 Objectifs et organisation des études supérieures 431
12.3.3 Répartition des programmes d'études supérieures dans les institutions universitaires 434
12.4 La recherche en mathématiques 435
12.4.1 Les champs de spécialisation 435
12.4.2 Les subventions de recherche 437
12.4.3 Perspectives d'avenir 438
RECOMMANDATIONS 443

CHAPITRE 13 - LA PHYSIQUE 447
13.1 Introduction 447
13.2 Le premier cycle 449
13.2.1 Les programmes 449
13.2.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés 453
13.3 Le deuxième cycle 455
13.3.1 Les programmes 455
13.3.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés 458
13.4 Le troisième cycle 460
13.4.1 Les programmes 460
13.4.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés 461
13.5 La recherche 464
13.5.1 Le développement quantitatif de la recherche et les subventions 464

13.5.2 Les champs de spécialisation et la recherche .. 466
13.6 Les institutions 474
13.6.1 Les grands départements: Laval, McGill et Montréal 474
13.6.2 Les départements moyens: Concordia et Sherbrooke 475
13.6.3 Les petits départements: Bishop's, UQAM, UQTR, UQAC et UQAR 476
13.6.4 L'INRS et l'Université du Québec 477
RECOMMANDATIONS 485

CHAPITRE 14 - LES SCIENCES BIOLOGIQUES 499
14.1 Une vue d'ensemble 499
14.1.1 Les sciences de la vie 499
14.1.2 Les sciences biologiques 501
14.1.3 Profils de carrière 503
14.1.4 Interfaces et interdisciplinarité 507
14.1.5 Objectifs de développement 510
14.2 Le premier cycle 511
14.2.1 Une formation de base 512
14.2.2 Des perspectives nouvelles 513
14.2.3 L'évolution des clientèles 514
14.2.4 Une structure de programmes 519
14.2.5 Aspects institutionnels 526
14.3 Le deuxième cycle 530
14.3.1 L'incidence des agents multiples 530
14.3.2 Le rôle des sciences biologiques 532
14.3.3 L'évolution des clientèles 533
14.3.4 Un éventail de programmes 538
14.3.5 Aspects institutionnels 540
14.4 Le deuxième cycle 543
14.4.1 Les biologistes en milieu de santé 543
14.4.2 Le domaine des ressources renouvelables 544
14.4.3 Le développement de la discipline 546

14.4.4 L'évolution des clientèles 547
14.4.5 Aspects institutionnels 550
14.5 La recherche 551
14.5.1 Les diverses contributions 551
14.5.2 Une image par les subventions 552
14.5.3 Le modèle d'organisation 555
14.5.4 Les champs de spécialisation 556
14.5.5 Aspects institutionnels 558
RECOMMANDATIONS 561

CHAPITRE 15 - LES SCIENCES DE LA TERRE 569
15.1 La définition du sous-secteur 569
15.2 La géochimie et la paléontologie 572
15.3 La météorologie et la physique de l'atmosphère 573
15.4 La géophysique 575
15.5 L'océanographie 580
RECOMMANDATIONS 585

CHAPITRE 16 - LA BIOCHIMIE 589
16.1 Introduction 589
16.2 Le premier cycle 591
16.3 Etudes de 2e et de 3e cycle 594
16.4 La recherche 597
RECOMMANDATIONS 601

CHAPITRE 17 - CONCLUSION 605
RECOMMANDATION 613

Annexe 1 - Membres du Comité des Sciences Fondamentales du Conseil des universités 615

Annexe 2 - Délégués des universités auprès de l'O.S.F. 617

Annexe 3 - Documents publiés par l'O.S.F. 621

Annexe 4 - Exposés préparés à la demande du Comité directeur de l'O.S.F. 625

AVANT-PROPOS

Objectifs et contexte de l'O.S.F.

Le rapport présenté dans les chapitres qui suivent est l'aboutissement de près de trois années de travaux. C'est en effet au début de l'année 1973 que la Direction générale de l'enseignement supérieur formait un Comité provisoire chargé de formuler, en concertation avec les universités, le programme d'une opération sectorielle portant sur les activités universitaires d'enseignement et de recherche en sciences fondamentales. En juin 1973, le ministère de l'Education, après avoir approuvé le projet élaboré par le Comité provisoire (1), annonçait officiellement la mise en marche d'une opération de planification de l'enseignement supérieur pour le secteur des sciences fondamentales, dans le but de proposer au ministre, en liaison avec le Conseil des universités et avec le concours des institutions universitaires elles-mêmes, un plan quinquennal de développement couvrant la période 1976-81 et un premier aperçu des tendances pour la période 1981-1986 (2).

Le champ de l'O.S.F. comprenait essentiellement les disciplines scientifiques de base traditionnelles: chimie, mathématiques, physique, sciences biologiques et sciences de la Terre. Les frontières de ce champ n'ont cependant pas été établies à partir de considérations épistémologiques. On les a

---

(1) Opération Sciences Fondamentales. But, Organisation, Programmation, cheminement, D.G.E.S., M.E.Q., juin 1973.

(2) Opération Sciences Fondamentales, Présentation, D.G.E.S., M.E.Q., juin 1973.

plutôt fixées de façon empirique et opérationnelle, en complémentarité avec les autres opérations sectorielles lancées précédemment par le ministère de l'Education, l'Opération Sciences Appliquées et l'Opération Sciences de la Santé. C'est ainsi qu'on a convenu que l'enseignement de l'informatique, déjà traité par l'O.S.A. ne serait pas considéré par l'O.S.P. La géologie ayant été incluse dans le champ de l'O.S.A., le sous-secteur sciences de la Terre de l'O.S.P. s'est trouvé constitué principalement par la météorologie et les sciences de l'atmosphère, la géophysique fondamentale et l'océanographie. Par contre, l'O.S.P. s'est occupée des programmes de recherche opérationnelle, que l'O.S.A. n'avait pas inventoriés. De même, à propos des domaines intéressant à la fois les sciences fondamentales et les sciences de la santé, l'O.S.P. et l'O.S.S. se sont entendues pour coordonner leurs efforts et se partager les responsabilités.

La conduite des travaux de l'O.S.P. a été confiée à un Comité directeur composé initialement de six membres: Serge Lapointe, président, professeur à l'Université de Montréal, Fernand Bonenfant, secrétaire, professeur à l'Université Laval, Yvon Sicotte, professeur à l'Université de Montréal, Adam Nagy, professeur à l'Université du Québec à Chicoutimi, Louis-Marc Gauthier, coordonnateur des sciences appliquées à la Direction générale de l'enseignement supérieur, et Pierre Cazalis, secrétaire du Conseil des universités. Monsieur Cazalis a démissionné comme membre du Comité en octobre 1974, en même temps qu'il quittait le Conseil des universités pour assumer les fonctions de vice-président à la planification de l'Université du Québec.

Le Conseil des universités a constitué, en relation avec le déroulement de l'O.S.F., son propre Comité des sciences fondamentales (C.S.F.), formé d'une quinzaine de personnes choisies dans différentes sections de la communauté scientifique. On trouvera la liste des membres du C.S.F. à l'annexe 1 du présent rapport. Ce Comité a joué jusqu'à maintenant un rôle consultatif auprès du Comité directeur, en commentant les divers documents de travail et projets de rapport. Il doit continuer de remplir une fonction analogue auprès du Conseil lui-même, lorsque ce dernier sera appelé à formuler un avis au ministre de l'Education sur les conclusions et les recommandations de l'O.S.F.

Dans chaque université, le Comité directeur de l'O.S.F. s'est tenu en relation avec un délégué désigné par la direction de l'institution et qui agissait comme agent de liaison pour tous les échanges jugés opportuns de part ou d'autre. C'est par l'entremise de ces délégués, dont on trouvera la liste à l'annexe 2, que s'est faite, en particulier, la cueillette des données d'inventaire.

Au moment même du lancement de l'Opération, en juin 1973, le Comité directeur a effectué une tournée au cours de laquelle il a visité tous les établissements du réseau universitaire québécois, dans le but de rencontrer le plus grand nombre possible de personnes intéressées aux sciences fondamentales - administrateurs, professeurs, chercheurs, étudiants - de leur exposer les grandes lignes du programme de l'Opération et de recueillir leurs commentaires.

Le Comité directeur a par ailleurs établi aussi tôt que possible et maintenu par la suite des contacts avec divers groupes ou organismes susceptibles d'être concernés directement ou indirectement par ses travaux. Sans dresser une liste complète, il y a lieu de signaler ici les échanges avec le Conseil de la politique scientifique et le secrétariat du Comité interministériel des politiques scientifiques, la Commission de la recherche universitaire, le Comité conjoint des programmes du Conseil des universités et de la D.G.E.S., les différents services de la D.G.E.S. elle-même (Service de la recherche et du développement, Commission de la recherche scientifique, Commission de la formation du personnel du système scolaire),les autorités de quelques autres directions générales du ministère de l'Education (Enseignement collégial, Enseignement élémentaire et secondaire, Planification), le Comité de liaison de l'enseignement supérieur et de l'enseignement collégial, le Directeur général de la Conférence des recteurs et principaux des universités du Québec, l'Advisory Committee on Academic Planning du Conseil des universités de l'Ontario, le Secrétariat du Conseil des Sciences du Canada et les responsables de certaines études patronnées par ce Conseil, l'ACFAS, l'Office des professions du Québec, le Conseil du patronat du Québec, le Centre des dirigeants d'entreprise, etc.

Historique des travaux

On peut distinguer quatre étapes dans le déroulement de l'Opération Sciences Fondamentales.

La première étape, qui a duré un peu plus d'un an, a été consacrée à la préparation et à l'étude d'un certain nombre de dossiers sur lesquels le Comité directeur entendait s'appuyer dans son travail de planification proprement dit.

A cause de son ampleur et de sa diversité, le champ de l'Opération a été divisé en plusieurs sous-secteurs pour chacun desquels un dossier distinct a été constitué. Cinq de ces sous-secteurs correspondent aux divisions habituelles du secteur: chimie, mathématiques, physique, sciences biologiques, sciences de la Terre. La préparation du dossier, dans chacun de ces cas, a été confiée à un responsable déjà bien au fait des activités d'enseignement et de recherche dans son sous-secteur. Ces responsables étaient: pour la chimie, le professeur Jacques Desnoyers, de l'Université de Sherbrooke; pour les mathématiques, le professeur Hyman Kaufman, de l'Université McGill; pour la physique, le professeur Claude Delisle, de l'Université Laval; pour les sciences biologiques, le professeur Robert Saucier, de l'Université de Sherbrooke; pour les sciences de la Terre, le professeur Bruno d'Anglejan, de l'Université McGill.

Le dossier de chacun de ces cinq sous-secteurs comprend trois parties: une analyse de la situation actuelle, un essai de prospective et un exposé des besoins à combler. Dans le but de préciser le cadre de travail et de fournir des indications facilitant la constitution des dossiers, le Comité directeur avait au préalable défini un plan de travail (3) qui comportait la préparation de deux exposés préliminaires de problématique portant respectivement sur l'analyse de la situation présente et sur la prospective du sous-secteur. Ces exposés, et par la suite les différentes tranches des dossiers eux-mêmes, ont été discutés, en version préliminaire et en version finale, au cours de réunions du Comité des Sciences Fondamentales. Ils ont aussi été distribués aux délégués des universités ainsi qu'aux doyens et directeurs de

---

(3) Opération Sciences Fondamentales, Elaboration des dossiers de sous-secteurs. Directives cadres à l'intention des responsables, D.G.E.S., M.E.Q., juin 1973.

département du secteur des sciences fondamentales, avant de faire l'objet de réunions de consultation auxquelles étaient invités les doyens des facultés de science (les doyens du premier cycle dans le cas des constituantes de l'Université du Québec, le directeur de la division de sciences et de mathématiques pour l'Université Bishop's, le coordonnateur des études de 1er cycle pour le siège social de l'Université du Québec), les doyens des études avancées des différentes universités, les directeurs scientifiques de l'INRS et de l'IMHM (4), le coordonnateur des études avancées au siège social de l'Université du Québec. Pour la réunion portant sur la problématique de prospective, on avait aussi invité les directeurs des services d'éducation permanente.

A ces cinq premiers sous-secteurs s'en ajoutait un sixième, intitulé "Domaines connexes" et regroupant certains domaines qui ne font pas partie, à proprement parler, des sciences fondamentales, mais où ces dernières jouissent d'une bonne visibilité. Ce sont des domaines d'application, nouveaux ou anciens, des sciences fondamentales, des domaines où le rôle des sciences fondamentales est en train de changer, ou encore des domaines où la pénétration des sciences fondamentales semble s'accentuer. Cinq de ces domaines ont été identifiés par le Comité directeur, et chacun d'eux a fait l'objet d'une étude particulière rédigée par un spécialiste. L'ensemble de ces études portant respectivement sur l'environnement (Edouard Pagé), la documentation scientifique (Bernard Descamps), la traduction scientifique (Jacques Lethuillier), le journalisme scientifique (Pierre Sormany), la sociopolitique des sciences (Camille Limoges), constitue le dossier du sixième sous-secteur. Ce dossier a lui aussi été largement diffusé dans le secteur universitaire des sciences fondamentales.

---

(4) Devenu depuis lors l'Institut Armand Frappier.

Le Comité directeur a par ailleurs été amené à conclure, suite principalement aux observations recueillies au cours des réunions de consultation, qu'il y avait lieu de consacrer un dossier spécial à la biochimie, qui était initialement incluse dans le sous-secteur chimie. Deux études particulières constituent ce dossier: une étude préliminaire, préparée conjointement par les responsables des sous-secteurs chimie et sciences biologiques, et une étude complémentaire confiée à monsieur Antoine d'Iorio, de l'Université d'Ottawa.

L'ensemble des dossiers Chimie, Mathématiques, Physique, Sciences biologiques, Sciences de la Terre, Domaines connexes et Biochimie a été publié en 22 fascicules dont on trouvera la liste détaillée à l'annexe 3. Tous ces documents ont été diffusés dans les universités durant les derniers mois de 1974 ou au début de 1975.

C'est aussi durant cette première étape du déroulement de l'Opération que le Comité directeur a élaboré et mis en marche un programme d'études particulières qui lui paraissaient importantes, en plus des dossiers sous-sectoriels, comme base du travail de planification en sciences fondamentales. Les titres et les noms des auteurs de ces études sont aussi donnés à l'annexe 3. Les rapports de sept d'entre elles ont été publiés et distribués dans les universités peu après les dossiers sous-sectoriels. Trois autres études, ayant une envergure plus considérable et portant respectivement sur les attitudes des étudiants à l'égard de la science et de la technologie, sur l'adéquation entre la formation en sciences et les fonctions de travail et sur les profils de carrière des diplômés en sciences des universités québécoises ont été terminées beaucoup plus tard. Le rapport de l'étude N^{o} 2 est sorti des presses à la fin de novembre 1975; les deux autres seront disponibles au cours de 1976.

En plus de ces études, le Comité directeur avait invité treize professeurs d'université et deux étudiants au doctorat à préparer des essais exposant leurs perceptions, leurs idées et leurs prises de position personnelles sur différents sujets reliés à la planification des activités en sciences fondamentales. Onze des quinze exposés demandés ont été effectivement rédigés et ont fourni au Comité directeur un éclairage précieux sur les questions traitées. La liste des auteurs de ces textes, ainsi que des sujets sur lesquels ils portaient, se trouve à l'annexe 4.

C'est aussi à cette première phase des travaux de l'O.S.F. que se rattache le colloque de prospective tenu à Québec en mai 1974, dans le cadre du 42e Congrès de l'ACFAS. Les réunions plénières de ce colloque, aussi bien que les différents ateliers animés par les responsables de dossier et les membres du Comité directeur, ont fourni à beaucoup de personnes intéressées l'occasion de se pencher sur l'avenir des sciences fondamentales au Québec et de faire des suggestions quant au choix des futurs possibles.

La deuxième étape des travaux de l'O.S.F., commencée d'ailleurs bien avant la fin de la première, a consisté pour le Comité directeur à formuler ce qu'on pourrait appeler la problématique de la planification du développement des sciences fondamentales, en s'appuyant sur l'inventaire des activités d'enseignement et de recherche, l'analyse de ces activités par les responsables des sous-secteurs, les études de prospective et de besoins, les commentaires recueillis au cours des réunions de consultation, des réunions du Comité des sciences fondamentales ou autrement. En vue de quels objectifs, dans quelles directions

et par quels moyens faut-il développer le secteur des sciences fondamentales? Que signifie même le mot développement, dans un contexte où on ne peut manifestement plus le prendre comme synonyme de croissance et d'expansion? Certains éléments de réponse à ces questions ont servi de point de départ pour la rédaction d'un avant-projet de rapport dans lequel les membres du Comité directeur ont tenté de préciser le rôle du secteur des sciences fondamentales dans la société et dans l'université, ainsi que de définir les objectifs et les modalités d'organisation des activités d'enseignement et de recherche universitaire en sciences fondamentales.

Distribué au début de février 1975, cet avant-projet de rapport a été, à la fin de mars, discuté au cours d'une réunion du Comité des sciences fondamentales du Conseil des universités et dans une dernière réunion de consultation des doyens. Les commentaires recueillis à ces occasions ou reçus par la suite indiquaient que la philosophie de base exposée dans le document était comprise et acceptée par un bon nombre de personnes. Quelques autres cependant la trouvaient un peu inquiétante et demandaient d'y apporter des nuances. Une troisième catégorie préférait attendre, avant de se prononcer, de voir ce que donnerait l'application de cette philosophie. Il restait en effet beaucoup à faire pour traduire cette dernière en un ensemble de recommandations concrètes sur les activités d'enseignement et de recherche des institutions universitaires.

Le travail de transformation de l'Avant-projet de rapport en un document plus complet qui devait d'abord s'intituler "Rapport préliminaire", mais qui est devenu en cours de route le "Projet de rapport", a constitué la troisième étape du cheminement de l'O.S.F.

Terminé au début des vacances d'été, le 15 juillet 1975, le "Projet de rapport" a pu être diffusé dans les universités, à quelques centaines d'exemplaires, dès la rentrée de septembre.

Auparavant, le 1er mai 1975, le Comité directeur avait annoncé aux autorités de chacune des institutions que le Projet de rapport leur serait soumis au début de septembre et les avait invitées à préparer, dans les deux mois qui suivraient la réception du document, un mémoire résumant leurs réactions aux propositions et recommandations de l'O.S.F. Toutes les universités ont accepté cette invitation, et les différents mémoires ont été présentés lors d'une série de rencontres tenues au début de novembre entre le Comité directeur et les représentants de chaque institution.

Ces audiences ont été l'occasion d'échanges de vues et d'explications, qui, s'ajoutant au texte des mémoires eux-mêmes, ont grandement aidé le Comité directeur dans la quatrième et dernière étape du cheminement de ses travaux, la préparation d'un rapport final au ministère de l'Education. Afin que les universités puissent être mises au courant, sans trop de délai, des différences entre les positions définitives prises par le Comité, par rapport à celles qu'il avait mises de l'avant dans son Projet de rapport - différences évidemment amenées en très grande partie par les réactions des universités - on a mis au point, en même temps que le Rapport final, un document intitulé "Réponse aux mémoires des universités".

Le rapport final

Le plan général du présent rapport est identique à celui de l'Avant-projet de rapport et du Projet de rapport. Les titres de chapitre sont les mêmes, et on peut trouver dans plusieurs chapitres du dernier document de longs passages qui se trouvaient déjà textuellement dans le premier.

Le premier chapitre est consacré à l'identification des besoins que le secteur des sciences fondamentales est appelé à satisfaire et à la mise en lumière de la contribution des sciences fondamentales à l'ensemble des activités de la société. La philosophie exposée dans ce chapitre, sans soulever d'opposition de la part des universités a semblé toutefois susciter la crainte que l'O.S.P. ne veuille asservir les sciences fondamentales à leurs applications. Le Comité directeur espère qu'une lecture plus attentive de ce premier chapitre, aussi bien que l'étude objective des positions inspirées par cette philosophie dans les chapitres subséquents, rassureront tous ceux que l'Avant-projet et le Projet de rapport avaient laissés un peu inquiets à ce propos.

Dans le deuxième chapitre et les quatre suivants, on examine l'une des missions du secteur universitaire des sciences fondamentales, celle qui consiste à former les travailleurs scientifiques dont la société a besoin. Cet examen procède de façon tout à fait concrète et empirique, en considérant les diplômés en sciences fondamentales que nos universités ont produits jusqu'à maintenant, en analysant les types de carrière que poursuivent ces diplômés et la pertinence de la formation qu'ils ont reçue. On essaie ensuite d'assigner aux programmes de formation, en général

d'abord et ensuite spécifiquement pour chacun des cycles de l'enseignement, des objectifs qui tiennent compte des fonctions de travail qu'exercent les diplômés. On présente aussi un modèle d'organisation des programmes s'adaptant à ces objectifs.

Les chapitres 7, 8 et 9 complètent l'examen du rôle éducatif des sciences fondamentales en considérant successivement la formation des enseignants des sciences au secondaire et au collégial, les aspects humanistes de l'enseignement des sciences à ces niveaux et même au niveau élémentaire, les perspectives de développement de l'éducation permanente en sciences fondamentales.

Dans le chapitre 10, on tente de clarifier les objectifs des activités de recherche en sciences fondamentales et de tracer un schéma d'organisation facilitant la poursuite de ces objectifs, dans le cadre du système universitaire et aux interfaces entre ce dernier et les autres composantes du système général de la recherche.

Dans les chapitres 11 à 16 inclusivement, on considère à tour de rôle chacun des cinq premiers sous-secteurs du champ de l'O.S.F., la chimie, les mathématiques, la physique, les sciences biologiques, les sciences de la Terre, ainsi que la biochimie, à laquelle on avait décidé d'accorder un peu le même traitement, comme nous l'avons signalé plus haut.

Le sous-secteur des domaines connexes n'a pas fait l'objet d'un chapitre particulier. La planification des activités universitaires dans la plupart de ces domaines se situe évidemment en dehors du mandat de l'O.S.F., sauf en ce qui concerne l'implantation d'orientations parascientifiques pour les programmes avec majeure en sciences fondamentales, suivant le modèle proposé au chapitre 4.

Il en va autrement dans le cas particulier du domaine de l'environnement. Sans aller jusqu'à traiter ce domaine comme un nouveau sous-secteur, l'O.S.F. a tenu compte de son actualité et de son importance, en faisant la distinction qui s'impose entre l'environnement au sens général et l'environnement considéré comme un domaine d'application des sciences fondamentales. Nous recommandons, au chapitre 4, que l'environnement figure aux deux titres dans les programmes de premier cycle en sciences fondamentales: l'environnement au sens large, dans les cours de sensibilisation, et l'environnement comme domaine d'application dans la composante du programme réservée aux applications. Il n'y a toutefois certainement pas lieu, croyons-nous, de créer, en sciences fondamentales un baccalauréat en environnement. Au deuxième cycle, les maîtrises dans toutes les disciplines des sciences fondamentales peuvent certainement porter sur des domaines reliés à l'environnement. On peut même admettre une maîtrise pluridisciplinaire en environnement, comportant plusieurs disciplines scientifiques et des éléments de formation portant sur l'environnement au sens général. Nous ne croyons pas cependant que la création d'un doctorat en environnement serait opportune: c'est par la voie du doctorat disciplinaire en sciences fondamentales que l'on se prépare le mieux à oeuvrer dans le domaine de l'environnement.

Les recommandations formelles de l'O.S.F. qui se trouvaient disséminées à travers le texte du Projet de rapport, ont été, dans le présent Rapport, regroupées à la fin des différents chapitres. Plusieurs de ces recommandations ont été amendées ou clarifiées. La rédaction en a été révisée de façon qu'elles puissent être lues indépendamment. Il faut cependant se garder de les interpréter en faisant abstraction du texte qui les précède dans chaque chapitre.

Remerciements

Le Comité directeur de l'Opération Sciences Fondamentales désire exprimer ici sa reconnaissance à tous les collaborateurs qui l'ont assisté dans l'exécution de son mandat.

Ces remerciements s'adressent en particulier aux responsables des dossiers de sous-secteurs, dont nous avons déjà donné les noms, ainsi qu'aux auteurs d'études particulières et d'exposés, dont on trouvera la liste aux annexes 2 et 3. Ils vont aussi aux institutions universitaires qui, en plus de faciliter les collaborations déjà mentionnées, ont apporté leur concours sous diverses formes, grâce à la diligence des délégués, doyens, directeurs de département, régistraires et autres personnes appelées à fournir des renseignements, à transmettre des documents, à participer aux réunions de consultation.

Les Associations d'anciens ou de diplômés des universités qui ont rendu possible, en autorisant l'utilisation de leurs fichiers d'adresses, l'étude sur les profils de carrière des diplômés en sciences, ainsi que l'étude d'adéquation entre la formation en sciences et les fonctions de travail des diplômés, ont apporté aux travaux de l'O.S.F. une contribution qui mérite d'être signalée.

Les membres du Comité directeur ont grandement apprécié l'assistance professionnelle et technique qui leur a été fournie, au cours de leurs travaux, par les différents services de la Direction générale de l'enseignement supérieur. Ils tiennent enfin à dire un merci tout à fait spécial à madame Marjolaine Julien Robitaille pour la compétence et le dévouement qu'elle a apportés, depuis deux ans et demi, aux travaux de secrétariat de l'O.S.F.

CHAPITRE 1 - LES SCIENCES FONDAMENTALES ET LA SOCIETE

La planification du secteur des sciences fondamentales des universités ne peut évidemment se faire en vase clos. Essentiellement elle doit en effet, dans les objectifs de l'ensemble du secteur sciences fondamentales, identifier ceux que l'Université est en mesure de remplir.

Au niveau des moyens à mettre en oeuvre pour atteindre ces objectifs, c'est encore par référence à l'ensemble du secteur qu'il faudra élaborer des stratégies de changement.

Par ailleurs, si la planification du secteur requiert évidemment que l'on s'interroge sur la nature et l'ampleur des ressources disponibles et requises, cette démarche ne peut se faire qu'à la lumière

- des besoins de la société que ce secteur est en mesure de satisfaire

et

- de la contribution du secteur à l'ensemble des activités de la société

Ce sont là en effet les deux facteurs qui vont amener une société à fixer quantitativement et qualitativement le niveau des ressources mises à la disposition du secteur et par là même éventuellement le niveau de développement du secteur.

1.1 Les sciences fondamentales et les besoins de la société

Le secteur devra atteindre un niveau de développement tel qu'il puisse satisfaire aux besoins de la société. Il faut donc, dans un premier temps, rechercher le niveau de développement du secteur qui permette, tant qualitativement que quantitativement, de répondre aux besoins de la société, aussi bien exprimés que prévisibles, que le secteur est en mesure de satisfaire directement. Qualitativement le développement spontané doit donc être orienté de façon à répondre aux différents types de besoins, et quantitativement les ressources doivent être telles que la production soit suffisante devant les besoins.

Il s'agit ici de la commandite faite au secteur par la société pour qu'il produise certaines activités qui sont des applications et des utilisations du secteur ainsi que certains spécialistes qui sont en mesure de remplir des fonctions reliées au secteur, l'ensemble constituant les besoins de la société dans ce domaine.

Le développement du secteur sous l'impulsion de ce facteur s'amplifiera tant et aussi longtemps que la société haussera le niveau des ressources à y affecter, compte tenu de l'importance et de l'urgence qu'elle accorde aux besoins qui sont ainsi satisfaits, et compte tenu également de la connaissance qu'elle a des services que le secteur est susceptible de lui rendre.

La satisfaction des besoins de la société comporte donc les deux démarches suivantes:

- identification, qualitative et quantitative, des besoins présents et prévisibles de la société.

- estimation du niveau de développement du secteur permettant de répondre à ces besoins.

Dans un deuxième temps, il faut donner à la notion de besoins de la société une extension beaucoup plus large et chercher à comprendre le mieux possible le mécanisme par lequel les sciences fondamentales sont en mesure de satisfaire ces besoins au sens large. En effet, les besoins de la société ne s'expriment pas toujours explicitement en termes qui font appel aux sciences fondamentales et inversement la contribution que ces dernières apportent à la société n'est pas toujours apparente. Cette liaison doit être élucidée et bien comprise si l'on veut estimer le développement des sciences fondamentales capable de répondre aux besoins. Il n'est pas inutile, dans ce but, de retracer extrêmement schématiquement l'évolution de la connaissance scientifique et de sa place dans la société. Dans le cas de la connaissance, on peut distinguer trois étapes: une première d'accumulation de connaissances, une deuxième de synthèse de ces connaissances, et une troisième de développement théorique interne. Ces trois niveaux d'activité se sont développés successivement au cours du temps et ils existent encore simultanément aujourd'hui. La place de la connaissance scientifique dans la société a évolué en même temps que cette connaissance elle-même. A l'origine du développement de la connaissance scientifique, comme aujourd'hui au niveau de l'accumulation de connaissances, il y a un objet que l'on observe, un phénomène qu'on veut comprendre et maîtriser, un problème qu'on veut résoudre. Les deux autres niveaux d'activité plus abstraits avaient à l'origine et ont encore aujourd'hui le même but en fin de

compte que le premier niveau. Cependant, au cours des siècles, le niveau de la synthèse et celui de la théorie sont devenus partiellement des fins en soi; la poursuite de ces fins a souvent eu par ailleurs des conséquences très profitables dans le sens de la compréhension et de la maîtrise des phénomènes.

Aujourd'hui on admet généralement, quand on parle des sciences fondamentales à l'échelle sociale, que les deux niveaux abstraits de synthèse et de théorie ne sont pas des fins en soi. On reconnaît toutefois qu'il n'y a pas de sciences fondamentales, de compréhension et de contrôle de la nature sans eux.

La société présente un ensemble de besoins socio-économiques. La satisfaction de ces besoins dans beaucoup de cas fait appel à de nouvelles observations scientifiques, à l'utilisation ou au développement des synthèses et des théories existantes. A partir d'un besoin ou d'un problème, on peut déceler un lien qui va de la technologie en s'amenuisant jusqu'aux niveaux les plus abstraits des sciences fondamentales. Ces dernières doivent être en mesure de répondre à tous les besoins et même de contribuer à l'identification de besoins nouveaux.

Les objectifs de développement devront donc être déterminés en fonction de tous les besoins de la société, en tenant compte, pour être en mesure de répondre à ces besoins, des ressources requises dans toutes les activités y compris celles qui peuvent paraître à première vue assez éloignées des besoins à satisfaire.

1.2 Les sciences fondament
société

Dans le secteur de
doit chercher de plus
pement du secteur en r
effet, outre son rôle
occupe une place propr
en fonction de sa natu
société, du système de
souvent indirect, que
autres activités humai
la place des sciences
la nature et le degré
il s'agit de tenir com
développement du secte

La nature et le de
tales sur la société s
de façon assez arbitra
d'influence:

a) la pénétration
des activités

Il s'agit ici de c
des sciences fondament
sciences à tous les ni
grandissant, - le rapp
scientitique, - à la p
loisirs. Le développe
sable pour servir d'ap
fiques à proprement pa

ales et l'ensemble des activités de la

s sciences fondamentales, la planification
à estimer le niveau souhaitable de dévelop-
apport avec sa place dans la société. En
de dispensateur de services, tout secteur
e dans l'ensemble des activités humaines,
re, de l'histoire du développement de la
valeur de la société et du rôle actuel,
le secteur joue dans le développement des
nces. En fait, dans le cas présent, c'est
fondamentales dans la société, ainsi que
de leur influence sur cette dernière, dont
pte pour évaluer le niveau souhaitable de
ur dans la perspective la plus globale.

gré de l'influence des sciences fondamen-
ont assez mal connus. On peut quand même,
ire il est vrai, distinguer quatre types

des sciences fondamentales dans l'ensemble
humaines.

e qu'on pourrait appeler le rôle souterrain
ales. On peut penser à la présence des
veaux d'enseignement, à leur rôle culturel
ort Faure a relancé le concept d'humanisme
énétration des sciences au travail, dans les
ment des sciences fondamentales est indispen-
pui à ces activités qui ne sont pas scienti-
rler.

b) le rôle des diplômés en sciences fondamentales dans l'ensemble des activités humaines

Ce deuxième type d'influence a trait à la visibilité des sciences au travail. Il n'est pas toujours possible de reconnaître les occupations remplies par des personnes ayant reçu une formation scientifique ni d'apprécier la pertinence d'une formation scientifique pour occuper certains emplois. Pour cette raison, il n'est pas possible d'identifier tous les besoins de la société à cet égard et d'ajuster en conséquence la production des diplômés en sciences fondamentales. Dans une société donnée, il y a toujours des gens qui occupent des postes pour lesquels leur formation de base ne leur a pas donné de préparation immédiate, mais où ils sont jugés fort utiles en raison de la formation globale qu'ils ont reçue. La répartition des formations ainsi utilisées a beaucoup varié au cours de l'histoire. Dans la société québécoise actuelle, les personnes de formation scientifique ont un rôle à jouer à cet égard, qu'elles ont d'ailleurs commencé à remplir.

c) le rôle des scientifiques oeuvrant comme tels dans la société

Les scientifiques oeuvrant comme tels ont également, en dehors de l'exercice de leur profession, une influence sur la société à tous les niveaux. Tout comme dans le cas précédent, les scientifiques ne sont pas les seuls à exercer ce type d'influence sur la société. Les spécialistes de tous les secteurs ont à jouer à cet égard un rôle spécifique. Celui des scientifiques semble en croissance à notre époque.

d) l'effet d'entraînement que joue le développement des sciences sur le développement d'autres secteurs

On a beaucoup parlé depuis cinquante ans du couplage qui existe entre le développement des sciences fondamentales et le développement technologique, et par là avec le développement économique et industriel. Toutes les hypothèses quantitatives envisagées à ce jour à ce sujet ont dû être abandonnées. Par contre personne ne met en doute l'existence d'un tel couplage et son importance. Par ailleurs, il existe d'autres couplages du même type, qui ne sont pas moins évidents qualitativement. On peut penser au couplage entre le développement des sciences fondamentales et celui des sciences de la santé, ou, de façon moins immédiate, celui des sciences humaines et même des arts et des lettres.

1.3 Les objectifs du secteur

Les sciences fondamentales ont comme caractère très spécifique de répondre au désir de l'homme de comprendre, et il y aura toujours pour cette raison des sciences fondamentales. Par contre ce n'est évidemment pas sur cette base uniquement que l'on peut s'appuyer, surtout à notre époque, pour dégager les objectifs qui sont proposés au secteur.

Pour comprendre le rôle des sciences fondamentales, il y a lieu de reconnaître, avec Jean-Jacques Salomon et Philippe Roqueplo, l'existence de deux niveaux d'activités:

"Il y a un niveau épistémologique de la science ..... et un niveau qui est celui de l'engagement du chercheur dans la cité, et de la fonction qu'il y remplit." (1)

---

(1) "Science et Société: le Colloque de Saint-Paul-de-Vence, 5-7 juin 1972" numéro spécial du Progrès scientifique N° 160, janvier 73, p. 67.

C'est dans la même optique dualiste que Evry Schatzman et Yves Eeckhout font remarquer "que la Science à l'heure actuelle met surtout l'accent sur son caractère opératoire: l'important est de pouvoir agir, plus que d'approfondir la connaissance du monde." (2)

C'est donc au niveau épistémologique que s'élaborent, dans la gratuité, les connaissances nouvelles et que s'organise l'ensemble du savoir dans une discipline. C'est à un autre niveau, le niveau opératoire, que ces connaissances sont utilisables dans la société.

Il ne faut donc pas s'étonner de ce que, non seulement les utilisateurs directs des sciences fondamentales, mais également l'ensemble de la société, par la voix des gouvernements, demandent que les activités scientifiques tiennent compte des réalités socio-économiques et contribuent aux objectifs poursuivis dans ce domaine, et ce, de façon plus immédiate que par l'intermédiaire de l'accroissement des connaissances scientifiques en général et de leurs retombées éventuelles imprévisibles, ou par l'intermédiaire de la constitution d'un réservoir de compétences utilisables si l'occasion s'en présentait.

Pour orienter les activités dans cette voie, l'état dispose d'un certain nombre de leviers. Outre la collaboration qu'il peut trouver dans le secteur privé, l'état peut créer des laboratoires. Il peut également compter sur le concours des universités, soit au niveau des objectifs des programmes de formation (création de programmes répondant à ce type de préoccupations ou réorientation

---

(2) Evry Schatzman et Yves Eeckhout, ibid.

de programmes existants), soit au niveau des subventions qu'il accorde aux travaux des professeurs.

Chaque état tente actuellement de se définir une politique à cet égard, et il est éclairant d'étudier ce qui se fait ailleurs dans ce domaine. Par contre, les politiques, fussent-elles scientifiques, sont difficilement transposables. La situation du Québec, au point de vue scientifique, est en effet assez particulière. Le secteur R & D privé est faible. Le Québec n'a pas l'équivalent d'un Conseil de la Recherche. L'état subventionne par contre un certain nombre d'instituts et de centres de recherche rattachés à des universités. Il possède par ailleurs un certain nombre de laboratoires rattachés à des ministères. Il faut ajouter enfin que le Québec n'a guère d'influence sur les politiques d'octroi des subventions de recherches des organismes fédéraux lesquels fournissent la plus grande partie de l'argent directement disponible en recherche au Québec.

Pour parler des objectifs du secteur des sciences fondamentales, et des moyens à mettre en oeuvre pour les réaliser, il est important de distinguer deux ordres dans les relations entre la société et le secteur sciences fondamentales:

- celui des activités scientifiques perçues comme un des supports de l'ensemble des activités socio-économiques;

- celui du développement de certaines activités scientifiques pour répondre spécifiquement à certains grands problèmes déclarés prioritaires, espace, énergie, cancer, nutrition, etc.

C'est généralement, mais non exclusivement, ce dernier type de préoccupations que l'on associe à la politique scientifique. C'est dans ce sens que l'on peut dire qu'il est impossible de définir une politique scientifique sans avoir au préalable défini les objectifs socio-économiques que l'on désire atteindre et pour la réalisation desquels les activités scientifiques sont un des moyens, parmi d'autres, que l'on peut désirer utiliser. Le Conseil des sciences du Canada n'est pas le moins prestigieux tenant de cette thèse.

Sous cet angle, il n'est évidemment pas du mandat de l' O.S.F. de formuler seule une politique scientifique pour le Québec, non plus, par conséquent, que de déterminer les problèmes auxquels le secteur doit s'attaquer. Les objectifs du secteur, dans cet ordre, découlent de la politique que le Québec se sera donnée.

Le premier ordre par contre n'est pas soumis à des contraintes aussi explicites. C'est celui que nous avons décrit précédemment. Il est beaucoup moins spécifique. C'est dans cet ordre que nous nous situerons. La demande d'activités scientifiques qui en découle, et par là le niveau de développement que connaîtra le secteur, est la résultante d'une foule de facteurs sociologiques, historiques et économiques, mais également, jusqu'à un certain point, d'un choix collectif des besoins qu'une société se reconnaît et de la place qu'elle accorde aux sciences fondamentales dans l'ensemble de ses activités. On entre évidemment ici dans le domaine des valeurs sociologiques et de leur évolution, dont la politique n'est qu'une manifestation opérationnelle . L'étude en cours, dans le cadre de l'O.S.F., sur les attitudes des étudiants face à la science

et à la technologie, nous éclairera sur les valeurs qui prévaudront vraisemblablement dans la société de demain. Pour le moment, malgré les difficultés de ce domaine, le planificateur ne doit de s'y engager, avec toute l'humilité et la prudence que requiert l'interprétation de la pensée collective d'une société.

Dans cette optique, on admettra que le Québec veut avoir, en raison de sa situation socio-géographique, un secteur des sciences fondamentales à la mesure de son niveau de développement. On reconnaîtra que cette option se fonde entre autres sur:

a) la valeur culturelle des sciences fondamentales;

b) l'influence directe ou indirecte des sciences fondamentales sur les sciences appliquées, les sciences de la santé et les sciences humaines, ainsi que sur l'ensemble de la vie économique;

c) la formation d'une main d'oeuvre scientifique pour les différents secteurs de l'économie, et en particulier pour l'industrie, l'enseignement à tous les niveaux et la recherche;

d) la formation en science d'une main d'oeuvre employée en dehors des activités scientifiques;

e) les applications ou le transfert technologique des sciences fondamentales;

f) la contribution du Québec à l'avancement des connaissances.

Les points a), b), c) et d) exigent que le Québec possède son propre secteur des sciences fondamentales. Pour le point e) à la rigueur on pourrait penser qu'on puisse se contenter d'utiliser ici les applications découlant des activités en sciences fondamentales poursuivies ailleurs. Mais on sait que même là un certain niveau d'activité en sciences fondamentales est nécessaire pour utiliser rapidement et à bon escient le transfert technologique. Toutefois, on admettra même que le Québec désire poursuivre lui-même des activités en sciences fondamentales pouvant conduire à des applications. Enfin au point f) on admet que le Québec désire contribuer,à la mesure de son développement,à l'accroissement des connaissances en sciences fondamentales.

Compte tenu de l'aspect démographique et des perspectives économiques, nous croyons que la société québécoise est en mesure de se doter d'un secteur sciences fondamentales fort et bien développé. Nous pensons également que le Québec y voit une perspective désirable sur tous les plans énumérés plus haut.

Pour remplir son rôle le secteur devra répondre à la gamme des besoins mentionnés plus haut. On voudra non seulement qu'il puisse satisfaire tous les besoins identifiés et qu'il tienne compte des priorités socio-économiques, mais également que l'ensemble de ses activités reflète de plus en plus les préoccupations et les problèmes de la société québécoise.

Ce sont là les trois composantes du niveau opératoire des sciences fondamentales:

- la réponse aux besoins identifiés;

- l'application des sciences fondamentales à la recherche de la solution des problèmes socio-économiques;

- l'orientation des activités libres de façon à ce qu'elles puissent s'insérer dans le contexte socio-économique.

Ces activités au niveau opératoire ne porteront pleinement leurs fruits que si elles reposent sur un ensemble d'activités, au niveau épistémologique, présentant une ampleur et une qualité suffisantes, dans les domaines les plus importants et les plus féconds au point de vue scientifique. Si on veut que le Québec puisse bénéficier pleinement du développement scientifique, il n'y a en effet aucune raison a priori d'exclure du secteur sciences fondamentales québécois l'une ou l'autre des principales activités scientifiques contemporaines. En pratique, il y aura évidemment lieu de consolider d'abord les activités existantes et d'y ajouter graduellement d'autres domaines, selon les ressources et selon les besoins. Par ailleurs, dans tous ces domaines d'activité, la qualité devra être la règle, car les activités en sciences fondamentales tirent leur utilité de leur qualité même. De plus, il faudra assurer à chaque domaine une stabilité de fonctionnement et une ampleur suffisantes. En effet, il est bien connu qu'en sciences fondamentales la mise en place d'activités de qualité est relativement longue et que par conséquent l'ampleur de ces activités ne peut pas varier rapidement d'une façon importante sans mettre en péril la qualité même de ces activités.

1.4 Les sciences fondamentales à l'université

Dans l'ensemble des activités du secteur, l'université a un rôle spécifique à jouer. En plus des préoccupations de type épistémologique, que l'on rencontrera tout naturellement à l'université, on y retrouvera, en complémentarité avec le reste du secteur, des préoccupations de type opératoire dans les trois composantes que nous venons de souligner.

Il importe, au début de ce rapport, de se demander si l'université québécoise joue bien, en sciences fondamentales, le rôle que la société est en droit d'attendre d'elle. Sans vouloir répondre à cette question par un oui ou un non qui constituerait un jugement bien simpliste sur l'histoire de nos universités jusqu'ici, on peut rechercher les éléments de réponse susceptibles de nous indiquer l'évolution désirable pour l'avenir.

On peut, par exemple, trouver de tels éléments de réponse, transposables au contexte québécois, dans un travail effectué par l'OCDE (3) à la fin des années 60 sur les activités scientifiques au Canada, qui est sûrement l'étude la plus importante qui ait été faite sur ce sujet.

Plutôt que de citer l'étude elle-même, il est peut-être plus éclairant de traduire ce qu'en a dit le Professeur Harry E. Gunning, directeur du département de Chimie de l'université d'Alberta (4)

---

(3) "OCDE: Les politiques de la science: Canada", décembre 1969.

(4) Science Forum, décembre 69, pp. 3 et ss.

"De façon générale, écrit le Professeur Dunning, les examinateurs trouvent que nos universités sont trop rigidement académiques et relativement insensibles aux besoins particuliers de la société canadienne. Même s'ils trouvent que la recherche fondamentale tend à devenir de haute qualité, les examinateurs sont d'avis que même cette activité est quelque peu traditionnelle et manque de pertinence envers le Canada. Trop souvent les bénéfices économiques des activités scientifiques universitaires canadiennes sont exploités ailleurs, en grande partie aux Etats-Unis. Ils favorisent par conséquent l'orientation des programmes de recherche fondamentale dans nos universités vers des problèmes dont la solution pourra procurer au Canada des avantages directs au point de vue socio-économique.

Ils sont d'avis que l'université est déficiente au point de vue de cette interaction interdisciplinaire nécessaire à la mise en place d'une force de recherche efficace pour s'attaquer à nos problèmes socio-économiques complexes. Même nos étudiants sont formés de façon trop traditionnelle pour s'insérer facilement dans notre société moderne en changement rapide. Notre université doit faire sienne toute la puissance à résoudre les problèmes que possède notre société. Les campus devraient avoir des instituts de recherche industrielle et des laboratoires de recherche gouvernementaux. Il y aurait lieu d'encourager le développement de groupes de recherche

multidisciplinaires travaillant à des programmes de recherche d'intérêt national. En résumé, aussi bien au point de vue enseignement que recherche, nos universités devraient s'orienter bien davantage vers la société canadienne et ses besoins."

Cette optique de développement du secteur des sciences fondamentales, en rapport avec son rôle socio-économique, n'est pas exclusive faut-il le dire, au groupe de travail de l'OCDE. C'est aussi, entre autres, celle de l'O.S.P.: le développement du secteur sciences fondamentales des universités doit lui permettre de jouer son rôle au niveau opératoire, tout en assurant un ensemble d'activités au niveau épistémologique suffisamment intenses pour alimenter le premier et lui servir de base.

C'est dans cette perspective que nous allons analyser, dans les chapitres 3, 4, 5 et 6, les objectifs des programmes de formation dont les diplômés constituent, dans l'ensemble des activités universitaires, le résultat le plus immédiatement utilisable par la société. C'est un des besoins clairement identifiés auxquels répond l'université.

Moins spécifique dans le détail de ses objectifs, mais tout aussi importante sur le plan global des besoins de la société, la recherche est l'autre mission principale que l'on reconnaît à l'université. Précisément à cause de l'importance de la recherche au plan opératoire, la recherche universitaire ne saurait

ne restreindre au p
te, et en relation
dans le chapitre 10
universitaire, tout
sciences fondamenta
sité ne sont pas de

lan épistémologique. C'est dans ce contex-
avec le reste du secteur, que nous tenterons,
, de cerner les objectifs de la recherche
en gardant à l'esprit que, spécialement en
le:, recherche et enseignement à l'univer-
ux ensembles disjoints.

CHAPITRE 2 - LES DIPLÔMES EN SCIENCES FONDAMENTALES

2.1 Introduction

Depuis quelques années, la définition des objectifs de l'université a donné lieu, au Québec comme ailleurs, à d'importants travaux. On a insisté, avec raison, sur la nécessité d'identifier les finalités, générales ou particulières, de l'enseignement supérieur, avant de considérer l'ampleur des moyens à mettre en oeuvre pour les réaliser. "La crise de l'université ne trouve pas principalement sa source dans une insuffisance de moyens qui, à l'heure actuelle, sont plus nombreux qu'ils ne l'ont jamais été. Le coeur du problème de l'université en est un de définition des objectifs. Il faut que les buts de l'université soient définis et circonscrits dans des objectifs clairs, précis, cohérents et articulés les uns aux autres, que les objectifs premiers et les objectifs seconds soient identifiés, que la relation entre les fins et les moyens soit précisée, enfin qu'un ordre de priorité soit défini, puis accepté et qu'il soit autre que la pression exercée par le besoin de résoudre les problèmes les plus immédiats" (1).

Sans entrer dans ce débat fondamental, on peut assurément, en se contentant d'une description très phénoménologique et très empirique des objectifs du secteur sciences fondamentales des universités, affirmer qu'un des buts essentiels à poursuivre dans ce secteur est la production des scientifiques dont la société

---

(1) René Hurtubise, L'université québécoise du proche avenir, Montréal 1973, p. 36

n besoin. Il était donc important, dans le cadre de l'Opération Sciences Fondamentales, de procéder à un inventaire de la production de diplômés, d'examiner l'évolution des carrières poursuivies par les scientifiques sortis de nos institutions d'enseignement et de se demander dans quelle mesure la formation reçue a préparé ces diplômés à remplir les fonctions que la société leur confie.

2.2 La production de diplômés

La production de diplômés des universités québécoises, de 1925 à 1970, et l'évolution au Québec de la population de formation universitaire, de 1964 à 1970, ont fait l'objet d'une étude approfondie effectuée par l'Institut International d'Economie Quantitative, sous les auspices conjoints de l'Opération Sciences Appliquées et de la Commission Gendron (2). Les regroupements de disciplines considérés dans cette étude correspondent aux divisions adoptées pour la définition du champ des opérations sectorielles du ministère de l'Education, et on peut par conséquent en tirer des résultats s'appliquant directement à notre secteur des sciences fondamentales.

Le nombre total de diplômes en sciences fondamentales décernés par les universités québécoises, de 1925 à 1970 inclusivement, est de l'ordre de 22 000, dont 77% par les institutions de langue anglaise. La répartition de ces diplômes entre les niveaux d'étude est la suivante: 17 000 diplômes de 1er cycle, 2 800 maîtrises, 2 200 doctorats. Seulement 42% de ces diplômes sont antérieurs à

---

(2) Guy Girard et coll. Etude 25 de la série d'études réalisées pour le compte de la Commission d'enquête sur la situation de la langue française et sur les droits linguistiques au Québec, Editeur officiel du Québec, 1971.

1960. Le nombre de diplômés, compte tenu du fait qu'un certain nombre d'entre eux ont obtenu deux ou trois grades, s'élève à 19 000, soit 86% du nombre total des diplômes conférés.

La répartition des diplômes entre les disciplines n'est pas connue pour la période antérieure à 1959. A partir de 1959 et pour les années subséquentes jusqu'à 1970 inclusivement, la D.G.E.S. a publié des statistiques détaillées sur la production de diplômés par les universités québécoises (3). Les chiffres du tableau 2.1 sont tirés de ces publications.

Malheureusement, la D.G.E.S. n'a pas poursuivi après 1970 la compilation des données relatives à la production de diplômés universitaires. Le tableau 2.2 a été fait à partir des chiffres fournis directement à l'O.S.F. par les registraires des différents établissements.

Sauf pour ce qui concerne l'année 1974, les données sur la production de diplômés figuraient déjà dans les dossiers de sous-secteurs, et elles ont été analysées par les responsables de ces dossiers. On les trouvera aussi présentées sous forme de courbes dans les chapitres de ce rapport consacrés aux quatre plus importants sous-secteurs.

---

(3) M. Masse et M. des Rivières, Diplômés des Universités Québécoises 1959-1968, MEQ, 1970; Diplômés des Universités Québécoises, 1969 et 1970, Sommaire 1959 à 1968 et 1959 à 1970, DGES, MEQ, 1971.

TABLEAU 2.1

DIPLOMES EN SCIENCES FONDAMENTALES, PAR DISCIPLINE

ET PAR CYCLE, POUR LA PERIODE 1959 A 1970 INCLUSIVEMENT

(F: univ. francophone A: univ. anglophone T: total

	1er cycle			2e cycle			3e cycle		
	F	A	T	F	A	T	F	A	T
Chimie	417	419	836	134	38	172	111	211	322
Mathématiques	572	542	1114	137	134	271	22	52	74
Physique	384	253	637	115	120	235	34	85	119
Sciences biologiques	485	577	1062	101	351	452	29	166	195
Météorologie	0	20	20	0	95	95	0	21	21
Biochimie	112	237	349	28	78	106	16	138	154
Autres *	695	5779	6474	-	-	-	-	-	-
TOTAL	2665	7827	10492	515	816	1331	212	673	885

* General B.Sc. de McGill, Sir George Williams et Bishop's; B.Sc. (general ou avec mention d'une discipline) des collèges Loyola et Marianapolis; B.Sc. sans mention et B.Sc. général avec mention d'une discipline de l'Université de Montréal.

TABLEAU 2.2

DIPLOMES EN SCIENCES FONDAMENTALES

CONFERES DE 1971 A 1974

(F: univ. francophone A: univ. anglophone T: total)

	1971			1972			1973			1974		
	F	A	T	F	A	T	F	A	T	F	A	T
I - Premier cycle												
Chimie	134	69	203	140	85	225	92	17	109	75	49	122
Mathématiques	185	212	397	265	240	505	249	94	343	247	140	387
Physique	139	52	191	134	59	193	108	11	119	94	50	144
Sciences biologiques	196	123	319	255	186	441	254	28	282	233	304	537
Météorologie	--	6	6	--	6	6	--	1	1	--	5	5
Géophysique	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2
Biochimie	20	119	139	30	124	154	32	13	45	39	48	87
Autres *	--	261	261	--	233	233	--	100	100	--	27	27
TOTAL	674	842	1516	824	933	1757	735	264	999	686	625	1311

* General B.Sc. des universités anglophones

TABLEAU 2.2 (suite)

	1971			1972			1973			1974		
	F	A	T	F	A	T	F	A	T	F	A	T
II - Deuxième cycle												
Chimie	32	17	49	19	13	32	20	13	33	24	7	31
Mathématiques	26	40	66	17	47	64	34	38	72	37	26	63
Physique	27	9	36	15	7	22	29	5	34	23	11	34
Sciences biologiques	44	41	85	43	46	89	43	32	75	40	26	66
Météorologie	--	3	3	--	5	5	--	11	11	--	14	14
Océanographie	--	5	5	--	3	3	--	6	6	--	3	3
Biochimie	17	8	25	11	5	16	12	0	12	17	1	18
TOTAL	146	123	269	105	126	231	138	105	243	141	88	229
II - Troisième cycle												
Chimie	34	34	68	18	19	37	17	31	48	21	11	32
Mathématiques	4	5	9	4	9	13	10	3	13	5	1	6
Physique	8	10	18	6	8	14	11	8	19	14	1	15
Sciences biologiques	18	13	31	18	18	36	19	12	31	16	21	37
Météorologie	--	4	4	--	6	6	--	6	6	--	4	4
Océanographie	--	4	4	--	1	1	--	6	6	--	7	7
Biochimie	13	11	24	5	7	12	8	6	14	10	6	16
TOTAL	77	81	158	51	68	119	65	72	137	66	51	117

Pour l'ensemble du secteur comme pour chacun des sous-secteurs, la production annuelle de diplômés du premier cycle a connu depuis la fin des années cinquante une croissance rapide et continue suivie d'une chute brutale aux environs de 1973, comme on peut le voir au tableau 2.2

Cette discontinuité est explicable en partie par les modifications du système d'enseignement post-secondaire au Québec. L'introduction du niveau collégial a porté à seize le nombre d'années de scolarité requises pour l'obtention d'un premier grade universitaire. Auparavant, ce nombre était de quinze dans les institutions anglophones; chez les francophones, il pouvait varier de quinze à dix-neuf, suivant le type d'études secondaires effectuées. Il semble bien y avoir cependant, comme le montrent les chiffres de 1974, en plus de ces perturbations, un arrêt réel de la croissance, pour l'ensemble du secteur et pour chaque sous-secteur à l'exception de celui des sciences biologiques. Pour certains sous-secteurs, la physique en particulier, la production annuelle de B.Sc. paraît en voie de se stabiliser à un niveau un peu inférieur au maximum atteint il y a quelques années. En sciences biologiques, par ailleurs, la croissance semble vouloir se maintenir et même s'accentuer.

Il est naturel de se demander dans quelle mesure ce rythme de production de diplômés correspond à un taux satisfaisant de scolarisation en sciences fondamentales, en comparaison avec le reste du Canada et avec d'autres pays, en particulier les U.S.A. D'après Statistique Canada (4) le nombre de diplômés de premier cycle en sciences, pour l'année 1970-71, était de 9 444 dans

---

(4) L'éducation au Canada, Revue statistique annuelle, 1ère éd. 1973, p. 456

l'ensemble du Canada, dont 2 384, soit 25%, au Québec. Bien que ces chiffres correspondent à un secteur "sciences" plus large que celui de l'Opération Sciences Fondamentales, on peut y voir l'indice d'une scolarisation à peu près normale, étant donné que la population du Québec est égale à 28% de celle de l'ensemble du pays. Par contre, la scolarisation est inégale d'un sous-secteur à l'autre.

La comparaison avec les U.S.A. permet d'analyser plus finement le phénomène. Pour la même année, 1970-71, les statistiques du U.S. Department of Health, Education and Welfare (5) donnent les nombres de diplômés de premier cycle dans des groupes de disciplines correspondant d'assez près à quatre des sous-secteurs de l'O.S.F. Le tableau 2.3 donne la comparaison entre ces chiffres et ceux du tableau 2.2 pour la même année.

TABLEAU 2.3

DIPLOMES DE 1er CYCLE EN SCIENCES FONDAMENTALES, POUR L'ANNEE 1970-71 AUX U.S.A. ET POUR L'ANNEE 1971 AU QUEBEC

	USA	QUEBEC	QUEBEC/USA %
Chimie	11 037	205	1,8
Mathématiques	24 801	397	1,6
Physique et Astronomie	5 207	191	3,7
Sciences biologiques	35 743	319	0,9
TOTAL	76 788	1 110	1,5

(5) Digest of Educational Statistics, 1973 edition, HEW Publication N° (OE) 73-11 503, Washington 1973, pp. 96-100

La population du Québec étant environ 5% de celle des U.S.A. on peut donc conclure que notre production de bacheliers en sciences fondamentales est proportionnellement bien inférieure à celle du pays voisin, sauf peut-être dans le cas des physiciens.

Le nombre de scientifiques faisant carrière au Québec n'est toutefois pas déterminé uniquement par le taux de production de diplômés. Dans l'étude de l'I.I.S.Q. mentionnée plus haut, on avait construit un modèle d'évolution de la population de formation universitaire, en tenant compte, en plus du flot annuel de diplômés, d'un taux de mortalité et d'un taux d'émigration. Mais on n'a pas réussi à introduire dans ce modèle, sauf pour le cas particulier des sciences appliquées, une estimation du taux d'immigration des diplômés formés hors du Québec. Dans le cas des sciences fondamentales qui nous intéressent ici, l'étude ne renseigne donc que sur la population des diplômés des universités québécoises résidant au Québec.

On peut cependant espérer pour bientôt les résultats de l'enquête sur la main-d'oeuvre hautement qualifiée entreprise par Statistique Canada. Menée auprès d'un échantillon très représentatif des diplômés d'université identifiés lors du recensement de 1971, cette enquête permettra de dresser un tableau de la situation des diplômés en sciences fondamentales sur le marché de l'emploi beaucoup plus complet que celui qu'il a été possible d'établir dans le cadre de l'Opération Sciences Fondamentales.

Il reste par ailleurs important, pour les suites d'opérations sectorielles comme l'O.S.F. et pour les travaux ultérieurs de planification de l'enseignement supérieur, de pouvoir disposer de statistiques aussi à jour que possible sur la production annuelle de

diplômés dans nos universités aussi bien que sur les échanges de main-d'oeuvre avec le reste du Canada et avec l'étranger. Il est bien sûr impossible de garder un registre permanent des hommes de science québécois. Mais les données faciles à recueillir, comme les nombres de diplômés et les inscriptions dans les différents programmes de formation, devraient être aisément accessibles à tous les intéressés.

2.3 Les carrières des diplômés

Une des plus importantes études particulières conduites dans le cadre de l'Opération Sciences Fondamentales porte sur les profils de carrière des personnes qui ont reçu un diplôme en sciences fondamentales d'une université québécoise.

N'ayant ni les ressources ni le temps requis pour dresser un inventaire complet du marché de l'emploi ouvert aux scientifiques du Québec, le Comité directeur de l'Opération Sciences Fondamentales a jugé qu'il était essentiel de procéder au moins à une exploration partielle de ce marché au moyen d'une enquête auprès des diplômés en sciences des universités québécoises. Inspirée par une étude effectuée en 1972 auprès des diplômés en génie de l'Université de Toronto (6), l'étude particulière N^{o} 3 de l'O.S.F. sur les Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec a été rendue possible par la bienveillante collaboration des associations d'anciens ou de diplômés des différentes institutions, qui ont accordé l'autorisation d'utiliser leurs fichiers d'adresses pour l'envoi d'un questionnaire. Les objectifs généraux assignés à l'étude ont été les suivants:

---

(6) J.M. Ham, P.A. Lapp, I.W. Thomson, Careers of Engineering Graduates 1920-1970, Studies in Engineering Education, University of Toronto, 1973.

(i) décrire la distribution des diplômés en sciences selon diverses catégories professionnelles: professions scientifiques, enseignement, administration et autres, en tenant compte de la discipline de formation et du cycle du dernier diplôme obtenu;

(ii) décrire la distribution des diplômés en science selon les types d'établissements et les secteurs de l'économie;

(iii) décrire l'évolution de ces distributions au cours du temps réel et en fonction du nombre d'années de carrière;

(iv) identifier les facteurs qui influent sur ces distributions;

(v) décrire la mobilité géographique et professionnelle des diplômés en science.

La mise au point et l'expédition du questionnaire ainsi que l'analyse et l'interprétation des réponses ont été confiées à l'Institut International d'Economie Quantitative. Le rapport que cette organisation a présenté au Comité directeur de l'O.S.F. doit être publié sous peu (7).

Suivant les chiffres que nous avons donnés au début du chapitre à propos de la production de diplômés en sciences, le nombre de personnes visées par l'étude dépassait 22 000, et les trois quarts de ces diplômés ont fait leurs études dans les institutions de langue anglaise. Les fichiers d'adresses des associations d'anciens ont permis d'atteindre 15 531 diplômés, 11 764 des universités anglophones et 3 767 des universités francophones. Le nombre de réponses reçues

---

(7) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, Etude particulière N° 3 de l'OSF, D.G.E.S., MEQ, Québec, février 1976.

et analysées par l'I.I.E.Q. s'élève à 3 559 dans le premier cas et à 1 599 dans le second, ce qui donne des taux de réponse de 30,2% et 42,4% respectivement et un taux moyen pour l'ensemble de 33,2%. Il est à noter que ces taux se comparent avantageusement au taux de réponse de 30% des ingénieurs diplômés de Toronto dans l'étude mentionnée ci-dessus.

Deux constatations d'ordre général se dégagent des résultats de cette étude.

On a en premier lieu une confirmation du fait que la population des diplômés en science est jeune et même très jeune dans le cas des universités francophones. Selon l'échantillon des répondants, l'âge médian dans le cas des universités anglophones est d'environ 35 ans, et il est inférieur à 30 ans dans le cas des universités francophones, alors qu'il serait de 45 ans pour une population uniformément distribuée dans toutes les catégories d'âge. De plus, dans les deux cas, près de 20% des répondants sont encore aux études après avoir obtenu au moins un diplôme de premier cycle.

On constate en deuxième lieu que la distribution géographique actuelle des diplômés est bien différente pour les deux groupes linguistiques. Parmi les diplômés des universités de langue française qui ont répondu au questionnaire, 93% résident encore au Québec, 4,5% dans les autres provinces du Canada, et seulement 2,5% en dehors du pays. La distribution pour les diplômés des universités anglophones qui ont répondu est la suivante: 44% au Québec, 34% dans le reste du Canada et 22% à l'étranger.

Nous examinerons maintenant plus en détail certains éléments de l'étude sur les profils de carrière susceptibles de servir d'appui à la planification du secteur universitaire des sciences fondamentales, laissant délibérément de côté de nombreux renseignements qui peuvent

être utiles à d'autres points de vue. Il est bien évident qu'une analyse de l'opinion des diplômés et de leur carrière est essentielle pour déterminer les objectifs des programmes de formation. Dans ce but, nous tenterons de dégager des éléments de réponse à trois questions.

La première, d'ordre subjectif, concerne la perception qu'ont les diplômés des motifs qui les ont amenés à poursuivre des études en sciences fondamentales et de la pertinence de leur formation en regard de leur occupation. Cette question très importante a d'ailleurs fait l'objet d'une autre étude de l'O.S.F. et sera reprise plus à fond à la section suivante de ce chapitre.

Les deux autres questions de nature objective qui retiendront notre attention concernent d'une part la poursuite des études au niveau du 2e et du 3e cycle et, d'autre part, la carrière des diplômés sur le marché du travail.

Quant aux raisons données par les répondants pour avoir choisi leur discipline de formation, on constate que c'est l'intérêt pour la discipline qui est le plus souvent mentionné comme première raison la plus importante et les aptitudes pour la discipline comme deuxième raison, tant chez les diplômés des universités francophones que chez ceux des universités anglophones. Cette image n'est sans doute pas surprenante, mais elle méritait d'être établie. Elle suggère également certaines aspirations des étudiants auxquelles les programmes de sciences fondamentales doivent tenter de répondre.

Considérons maintenant la perception qu'ont les diplômés de l'adéquation entre leur formation et leur occupation. Une question assez globale susceptible de nous éclairer sur ce point avait trait

au degré d'utilisation des connaissances acquises dans la discipline. Environ la moitié de tous les répondants disent utiliser ces connaissances moins de 50% du temps et naturellement la fraction est plus élevée pour ceux qui ne détiennent qu'un diplôme de premier cycle. Sans vouloir attacher trop d'importance à une telle question, le résultat qu'on vient de mentionner semble bien indiquer que les programmes de premier cycle en sciences fondamentales doivent s'ouvrir à des éléments de formation extérieurs à la discipline principale.

Une autre question donnant la perception des diplômés concernait le niveau de formation exigé par leur travail. Plus de la moitié des répondants ne détenant qu'un diplôme de premier cycle considèrent ce diplôme requis, ce qui est un bon indice d'adéquation. Il n'est pas superflu toutefois de noter que chez ces diplômés un peu moins du cinquième considèrent qu'aucun diplôme n'est requis et autant à peu près trouveraient plus approprié un diplôme dans une discipline connexe. On pourrait être tenté encore une fois, sous toutes réserves, d'interpréter ce résultat comme indiquant un besoin d'ouverture des programmes de sciences fondamentales, pour un bon nombre d'étudiants, à des éléments de formation hors de la discipline principale.

Enfin, mentionnons deux dernières questions dénotant la perception des diplômés. Les résultats de l'étude sur les Profils de carrière indiquent qu'un peu moins des trois quarts des diplômés des universités anglophones et plus des quatre cinquièmes de ceux des universités francophones ne croient pas qu'une formation de premier cycle en génie leur aurait donné une formation plus adéquate pour la carrière qu'ils ont poursuivie. Notons toutefois qu'environ la moitié des répondants ne détenant qu'un diplôme de premier cycle et environ le tiers des diplômés de deuxième et de troisième cycle trouvent que leur programme était peu axé sur les besoins du marché du travail. On est donc justifié

de conclure que les programmes de sciences fondamentales, sans s'identifier aux programmes de génie, devraient chercher à préparer davantage l'étudiant au marché du travail en faisant une part plus large à l'utilisation de la discipline de formation et à ses applications.

On voudra sans doute, pour diverses raisons, accorder plus d'importance aux dimensions objectives de l'étude sur les profils de carrière. Qu'advient-il des diplômés en sciences fondamentales? C'est sûrement la réponse à cette question qui est la plus susceptible de contribuer à la détermination des objectifs à fixer aux programmes de formation. Nous diviserons l'étude de ce sujet en deux parties. En premier lieu nous examinerons la question de la poursuite des études au niveau du deuxième et du troisième cycle; cet examen devrait nous permettre d'une part de mieux situer les objectifs du premier cycle et, d'autre part, de nous faire une idée sur l'importance relative dans la main d'oeuvre des diplômés des divers cycles. En deuxième lieu, nous décrirons la répartition des diplômés dans diverses catégories professionnelles au moment de leur premier emploi et en tant que stock cumulatif; la première répartition devrait nous donner une idée de l'évolution des débouchés et la deuxième serait censée fournir une indication de la demande globale de services.

On constate d'abord une augmentation du nombre absolu de diplômés de premier cycle, tant des universités anglophones que francophones, ayant entrepris une maîtrise par la suite, alors que le nombre absolu de ces diplômés ayant entrepris un doctorat est à peu près constant depuis une dizaine d'années.

En rapport avec les objectifs des programmes de premier cycle, il est utile de considérer les taux de poursuite aux études supérieures. Ces taux sont exprimés en pourcentage du nombre de diplômés de premier cycle qui entreprennent des études soit de maîtrise soit de doctorat. Tant chez les diplômés des universités francophones que chez ceux des universités anglophones le taux de poursuite à la maîtrise est assez stable. Chez les premiers, il se situe à 33% en sciences et 5% hors des sciences; chez les seconds il est de 25% dans la même discipline et 15% hors des sciences ou dans une autre discipline. Par contre, dans les deux cas, le taux de poursuite au doctorat diminue depuis plusieurs années et il se situe présentement à environ 10% du nombre de diplômés de premier cycle. Il est donc important de souligner que depuis plusieurs années la préparation à des études de maîtrise en sciences ne devait être l'objectif pédagogique des programmes de premier cycle que pour le tiers des étudiants,et que maintenant la préparation à des études de doctorat ne devrait l'être que pour un étudiant sur dix. Si l'on doit en croire les statistiques que l'on vient de présenter, il ne fait pas de doute que les études en science ne forment pas un continu et qu'il est important d'assigner à chaque cycle d'étude ses objectifs propres.

L'examen de la répartition des diplômés par catégorie professionnelle peut nous donner des indications précieuses sur les principaux types de fonction de travail et leur fréquence relative. Le tableau suivant donne cette répartition pour les deux groupes de diplômés.

TABLEAU 2.4

Répartition des diplômés dans les catégories professionnelles

Catégorie professionnelle	Diplômés d'universités francophones	Diplômés d'universités anglophones
Enseignants	47,5%	24,9%
Professions scientifiques	28,6%	20,2%
Administrateurs	16,8%	27,1%
Autres professions	7,1%	27,8%

Il peut être intéressant de faire éclater la catégorie des enseignants selon le secteur d'enseignement. Les deux tableaux suivants donnent la répartition recherchée

TABLEAU 2.5

Diplômés des universités anglophones dans l'enseignement

Secteur d'enseignement	Québec	Canada hors Québec	Ailleurs	Total
Secondaire et autres	50,7%	32,3%	9,2%	34,3%
Collégial	12,0%	3,0%	5,8%	7,5%
Universitaire	37,3%	64,7%	85,0%	58,2%

TABLEAU 2.6

Diplômés des universités francophones dans l'enseignement

Secteur d'enseignement	Québec
Secondaire et autres	39,5%
Collégial	35,5%
Universitaire	25,0%

La catégorie résiduelle "autres professions" mentionnée au Tableau 2.4 étant importante chez les diplômés des universités anglophones (27,8%), il peut être utile de voir comment elle se répartit d'une manière un peu plus détaillée. Le tableau suivant fournit les renseignements recherchés pour les deux groupes, même si la catégorie en question ne représente que 7,1% des diplômés des universités francophones.

TABLEAU 2.7

Répartition des diplômés dans la catégorie "autres professions"

Profession	Diplômés des universités francophones	Diplômés des universités anglophones
Travailleurs des sciences sociales et membres du clergé	20,0%	14,6%
Ingénieurs	8,9%	11,1%
Personnel médical et travailleurs assimilés	14,4%	47,5%
Travailleurs des domaines artistique, littéraire et des loisirs	6,7%	1,9%
Personnel administratif et vendeurs	33,3%	16,7%
Autres professions	16,7%	8,2%

Les quatre tableaux qui précèdent appellent les commentaires suivants. La répartition par catégorie professionnelle est très différente du côté anglophone et du côté francophone. Chez les diplômés des universités francophones, les enseignants occupent une place prépondérante et parmi ceux-ci, les enseignants du secondaire et du collégial sont nettement les plus nombreux. Chez les diplômés des universités anglophones, l'enseignement universitaire est beaucoup plus important, surtout en dehors du Québec. Enfin, chez ces derniers, la catégorie "autres professions" comporte une proportion importante de personnes dans la sous-catégorie "personnel médical et travailleurs assimilés".

Il est intéressant de comparer à la répartition que nous venons de décrire, celle des diplômés lors de leur premier emploi. Cette dernière est assez stable dans le temps, et le tableau suivant donne le résultat pour l'ensemble des diplômés.

TABLEAU 2.8

Répartition des diplômés lors de leur premier emploi

Profession	Diplômés des universités francophones	Diplômés des universités anglophones *
Enseignement	53,9%	24,0%
Professions scientifiques	35,3%	41,2%
Administration et autres professions	10,8%	34,8%

(*) Premiers emplois exercés au Québec

On doit noter encore une fois une répartition très différente du côté anglophone et du côté francophone. Par ailleurs, la comparaison des tableaux 2.8 et 2.4 montre qu'entre le début de carrière et aujourd'hui, du côté francophone, il y a une légère baisse dans les catégories "enseignants" et "professions scientifiques" au profit des deux autres catégories ; du côté anglophone il y a une grande stabilité dans la catégorie "enseignants" et une assez forte baisse de la catégorie"professions scientifiques" au profit des deux dernières catégories.

En un mot et très globalement, du côté francophone, plus de la moitié des diplômés commencent leur carrière dans l'enseignement et un peu moins de la moitié y sont encore aujourd'hui. Du côté anglophone, c'est le quart des diplômés qui sont dans ce cas. De part et d'autre, plus du tiers débutent dans des professions scientifiques et environ le quart y restent. La catégorie "administration et autres professions" très importante dès le début de carrière du côté anglophone, attire des diplômés des deux côtés en cours de carrière, et cela rapidement puisque les accroissements sont notables et que les diplômés sont jeunes.

Les carrières de l'enseignement sont donc très importantes, surtout dans le secteur secondaire et collégial. Elles correspondent à des types de fonction assez bien définies. C'est pourquoi nous recommanderons plus loin, au chapitre 7, des programmes spécifiques pour la formation des maîtres.

Les carrières de l'administration et les "autres professions" sont, du côté anglophone, presque aussi importantes que les professions

scientifiques du côté francophone. De ce côté d'ailleurs, elles comptent ces dernières années pour 15% des premiers emplois alors qu'en moyenne ce pourcentage était de 10,8% comme l'indique le tableau 2.8. Il est naturel aussi de penser qu'un rapprochement entre les répartitions des deux groupes de diplômés est susceptible de se produire au cours des prochaines années. Il est donc important d'élargir la gamme des programmes de sciences fondamentales en introduisant, là où ils n'existent pas, des programmes ayant une composante scientifique moins étendue, pour répondre aux besoins d'un nombre important de diplômés se dirigeant en début de carrière ou assez tôt par la suite vers les carrières de l'administration et les "autres professions".

Pour les professions scientifiques, il aurait été intéressant de faire une analyse détaillée des fonctions de travail en vue d'une meilleure orientation des programmes de formation en fonction des besoins des diplômés oeuvrant dans ces professions. Malheureusement, la tâche était trop complexe et débordait le cadre de l'étude sur les profils de carrière. Nous verrons toutefois maintenant, à la section suivante, comment les diplômés eux-mêmes perçoivent l'adéquation entre leur formation et leur occupation.

2.4 l'adéquation entre la formation et les fonctions de travail

Dès qu'on aborde l'étude du marché de l'emploi et des programmes de formation, il est normal de se poser le problème de l'adéquation entre la formation reçue et les fonctions exercées. Plusieurs études sur ce sujet ont été effectuées ces dernières années, notamment pour la sociologie, les sciences juridiques et l'ingénierie. Dans ce dernier cas, l'étude d'adéquation effectuée dans le cadre de l'Opération Sciences Appliquées (8) était une étude de type objectif, basée sur une analyse factuelle des tâches et une description des fonctions. A partir de ces données, on essayait de dégager la nature et le niveau des connaissances requises, d'élaborer des programmes modèles, de les comparer avec les programmes en vigueur et de concevoir des mécanismes pour l'adaptation continue de ces programmes.

Dans le cas des sciences fondamentales, la formation ne peut pas être décomposée en éléments ayant une correspondance directe avec des fonctions de travail bien identifiées, et on ne peut par conséquent appliquer la même méthodologie à l'étude de l'adéquation. Une fraction importante des connaissances acquises dans un programme de formation en sciences fondamentales ne servira jamais au diplômé dans ses fonctions de travail. Ces connaissances sont quand même essentielles à la formation, soit à titre de préalable à l'acquisition d'autres connaissances, soit comme apprentissage d'une discipline scientifique et de ses méthodes. Dans les faits, d'ailleurs, il est

---

(8) Opération Sciences Appliquées, Etude N° 8, Fonctions et formation de l'ingénieur de demain, Direction générale de l'enseignement supérieur, MEQ, 1973.

caractéristique de la formation de base en sciences fondamentales de conduire à des fonctions de travail ayant une grande diversité, ce qui indique que la corrélation entre le contenu de cette formation et les différents emplois auxquels elle conduit ne peut être très forte.

Le Comité directeur de l'O.S.F. n'a pas cru qu'il fallait pour autant renoncer à toute analyse de l'adéquation. Une étude a été effectuée, avec la collaboration du Centre de recherche sur l'opinion publique (CROP, Inc.) pour identifier le mieux possible, à travers la perception des diplômés eux-mêmes, les correspondances qui peuvent relier les fonctions de travail à certains aspects de la formation en sciences.

Cette étude d'adéquation de l'O.S.F. a été effectuée en deux étapes. La première a consisté en une pré-enquête destinée à recueillir l'information nécessaire à l'élaboration d'un questionnaire pour un échantillon de diplômés en sciences fondamentales, au moyen d'entrevues exploratoires avec des personnes faisant partie des trois populations concernées par l'adéquation: étudiants, employeurs, diplômés.

Pour la deuxième étape de l'étude, on a procédé d'abord à la constitution d'un échantillon en choisissant au hasard 750 diplômés d'universités francophones et 750 diplômés d'universités anglophones sur les listes utilisées pour l'étude sur les profils de carrière. Il restait, après épuration de cet échantillon, 627 diplômés d'universités francophones et 642 diplômés d'universités anglophones à qui fut envoyé le questionnaire préparé à la suite de la pré-enquête. Là encore le taux de réponse a été excellent, CROP disposant pour effectuer l'étude d'adéquation proprement dite de 391 questionnaires remplis par des diplômés des universités francophones et 271 par des diplômés des universités anglophones.

Les résultats de l'analyse de ces questionnaires ont fait l'objet d'une publication dans le cadre de la série d'études particulières de l'O.S.F. (9). Sans vouloir présenter ici un résumé complet de cette étude, nous désirons en souligner les points qui nous semblent les plus marquants.

Les deux échantillons analysés semblent assez représentatifs de la population des diplômés, par exemple au point de vue distribution par institution et par discipline, dans chacun des deux groupes. Le seul biais notable provient des B.Sc. généraux des universités anglophones. Ils représentent 55,8% du stock cumulatif des diplômés des universités anglophones, mais ils ne constituent que 11,1% des répondants de cette catégorie. Les autres écarts entre la composition du stock et celle de l'échantillon sont généralement bien inférieurs à la marge d'erreur statistiquement acceptable. Il faudra donc garder à l'esprit que les opinions exprimées, si elles sont vraisemblablement représentatives des diplômés ayant suivi un programme spécialisé ou avec "Major", le sont sûrement moins des diplômés possédant un baccalauréat général des universités anglophones. Notons cependant que cette dernière catégorie, bien que très importante dans le stock cumulatif de diplômés (voir tableau 2.1), l'est beaucoup moins au niveau des diplômés des dernières années (voir tableau 2.2). Cette observation à elle seule indique que le besoin pour un tel programme semble avoir diminué énormément.

---

(9) Opération Sciences Fondamentales, Etude particulière N° 2, Adéquation formation-emploi pour les diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, par C. Noiseux et C. Gauthier, Direction générale de l'enseignement supérieur, M.E.Q., 1975.

Pour cette enquête, contrairement à celle portant sur les profils de carrières, on demandait au répondant de se classer lui-même, selon sa propre perception, dans les différents types de catégories proposées. Certains éléments de la description ainsi obtenue sont évidemment de type objectif, mais d'autres sont subjectifs. Il en résulte une image du marché du travail vu de l'intérieur et qui apparaît à cet égard complémentaire de celle que donne la première étude, où les classements ont été effectués à posteriori, de la façon la plus objective possible. A cause de cette différence méthodologique, les pourcentages obtenus dans les deux études pour une catégorie donnée peuvent évidemment différer quelque peu l'un de l'autre, sans qu'il s'agisse pour autant d'erreurs ou de biais.

Dans la présente analyse de l'étude sur l'adéquation entre la formation et l'emploi, nous rapporterons les résultats obtenus sous forme de deux pourcentages, sauf indication contraire; le premier pour les diplômés des universités francophones, le second pour les diplômés des universités anglophones.

Dans une large proportion, les diplômés estiment qu'ils ont poursuivi leurs études universitaires au delà du premier cycle, 73 - 80%. La comparaison de ces chiffres avec ceux de l'étude sur les profils de carrières montre qu'il ne s'agit que dans la moitié des cas environ d'études de maîtrise ou de doctorat. L'autre moitié est vraisemblablement constituée de cours isolés. Parmi les raisons indiquées pour cette poursuite des études, le désir de compléter la formation ou d'acquérir une spécialisation dans un domaine particulier sont les deux qui reviennent le plus souvent, 50,5 - 59,0% pour l'ensemble des deux, la nuance entre ces deux raisons étant assez faible.

Bien que la majorité des diplômés n'aient pas entrepris d'études de maîtrise ou de doctorat, la majorité d'entre eux ont quand même poursuivi leurs études au delà du premier cycle.

Ils jugent généralement que la discipline du dernier diplôme qu'ils ont obtenu en sciences fondamentales a constitué leur principale discipline de formation, 81,2 - 70,1%.

Les diplômés considèrent que leur formation principale est dans la discipline de leur dernier diplôme en sciences fondamentales.

Parmi les diplômés faisant partie de la main d'oeuvre, 60,3 - 50,2% estiment qu'ils travaillent dans le domaine des sciences fondamentales, 5,3 - 23,7% dans le domaine de la santé ou de l'ingénierie suite à des études dans l'un de ces domaines, 13,2 - 17,9% dans un domaine autre que ceux-là.

Au point de vue domaine de travail, les diplômés des universités francophones se classent essentiellement en sciences fondamentales, alors que les diplômés des universités anglophones se classent en grande majorité soit en sciences fondamentales soit en santé ou en ingénierie suite à des études dans ces domaines.

Au point de vue type d'entreprise, 54,7 - 37,6% travaillent dans des institutions d'enseignement, 26,0 - 18,8% dans des institutions gouvernementales ou paragouvernementales, 7,9 - 21,7% dans l'industrie privée de type scientifique, 10,5 - 16,4 dans les autres types d'industrie privée.

Les institutions d'enseignement constituent un débouché très important pour les deux groupes, spécialement pour les diplômés des universités francophones. Outre les institutions d'enseignement, les diplômés des universités francophones vont plutôt vers le secteur gouvernemental ou paragouvernemental (26,0%) que vers l'industrie (18,4), alors que l'inverse se produit chez les diplômés des universités anglophones, 18,8 et 38,1% respectivement.

Au point de vue fonction de travail, 43,7 - 21,2% se déclarent en enseignement, 12,8 - 22,2% en recherche, 23,4 - 15,9% en pratique en sciences fondamentales, 3,6 - 14,5% en pratique en santé ou ingénierie, 11,5 - 18,8% en administration. Les catégories enseignement et recherche présentent évidemment une ambiguité: les professeurs d'université ont pu choisir l'une ou l'autre catégorie pour décrire leurs fonctions de travail. Par contre si on fait la somme de ces deux catégories, on obtient 56,5% pour les diplômés d'universités francophones et 43,5% pour les diplômés d'universités anglophones qui se déclarent en enseignement ou en recherche. Nous avons vu plus haut par ailleurs

qu'il y a respectivement 54,7 et 57,6% des diplômés qui se classent, au point de vue type d'entreprise, dans les écoles, collèges ou universités. Puisque le total enseignement et recherche dépasse de très peu le total écoles, collèges et universités, on doit conclure qu'il y a très peu de chercheurs en dehors de l'enseignement universitaire, spécialement du côté francophone, ce que l'on savait évidemment déjà par ailleurs.

> *Dans l'ensemble des deux groupes linguistiques, l'enseignement est le débouché le plus important pour les diplômés en sciences fondamentales. Pour les diplômés des universités francophones, la pratique en sciences fondamentales est le second débouché en importance et l'administration le troisième; la situation est inversée, dans ces deux derniers cas, pour les diplômés des universités anglophones. La recherche est, pour les deux groupes, un débouché de faible importance numérique en dehors de l'enseignement universitaire.*

La satisfaction dans l'emploi exercé a été mesurée sous neuf aspects différents. Le répondant indiquait d'une part le degré de satisfaction éprouvée sous chacun des neuf aspects et choisissait d'autre part parmi ces neuf aspects celui qui lui semblait le plus important dans le choix d'un emploi.

Ici la différence entre les deux groupes linguistiques semble peu importante. La stimulation intellectuelle apparaît comme l'aspect de beaucoup le plus important, et l'emploi semble assez satisfaisant à cet égard en général. L'utilité du travail pour la communauté et les possibilités d'avancement apparaissent comme les aspects suivants, d'égale importance, dans le choix d'un emploi. Si l'emploi exercé semble satisfaisant en général au point de vue utilité pour la communauté, il semble beaucoup moins satisfaisant au point de vue possibilités d'avancement. Sous d'autres aspects, qui ne sont pas retenus comme étant les plus importants, l'emploi exercé est reconnu comme satisfaisant: relation avec les collègues, relations avec l'employeur, responsabilités, lieu de travail. Le salaire et l'utilisation des connaissances acquises à l'université, bien que n'étant que rarement retenus comme l'aspect le plus important dans le choix d'un emploi, donnent lieu à beaucoup moins de satisfaction dans l'emploi exercé.

> *Les diplômés sont satisfaits de leur emploi, qu'ils ont choisi essentiellement en fonction de la stimulation intellectuelle qu'il présente et de son utilité pour la communauté. Par contre les diplômés trouvent leur emploi beaucoup moins satisfaisant au point de vue possibilités d'avancement, salaire et utilisation des connaissances acquises à l'universeité, aspects qu'ils ne reconnaissent pas par ailleurs comme étant les*

plus importants dans le choix d'un emploi.

Plus de la moitié des diplômés, 57 - 52% n'ont jamais changé d'emploi depuis la fin de leurs études universitaires; lorsqu'ils l'ont fait, les répondants expliquent que c'était surtout en raison de l'offre d'un travail plus intéressant ou d'une promotion. Dans une série de possibilités de projets pour les cinq années à venir dans le domaine du travail, le projet le plus fréquemment choisi est celui d'exercer les mêmes fonctions de travail, 40 - 33%.

A la fois en raison de sa jeunesse et de la satisfaction que lui procure son emploi, le diplômé en est généralement à son premier emploi et c l'intention d'y rester dans l'immédiat.

La grande majorité des diplômés, dans chacune des disciplines, sont satisfaits, 93,6 - 86,4%, d'avoir reçu une formation universitaire en sciences fondamentales.

Quand on leur demande de juger de l'utilité de cette formation dans les fonctions de travail exercées, la mention "très utile" est celle qui revient le plus souvent dans chacune des disciplines. Pour l'ensemble des disciplines, 84,8 - 74,8% choisissent les mentions "très utile" ou "assez utile".

Ils estiment que leur formation est à compléter par des lectures personnelles, 75,7 - 78,7%, ce qui n'est guère révélateur, par des cours en sciences fondamentales pour le quart, 23,8 - 25,6%, et par des cours hors des sciences fondamentales pour la moitié, 48,4 - 52,2%.

Les diplômés sont satisfaits d'avoir reçu une formation universitaire en sciences fondamentales. Le jugement le plus fréquent est que cette formation leur est très utile dans leurs fonctions de travail. Outre les lectures personnelles, les cours hors des sciences fondamentales constituent le moyen le plus fréquemment cité comme nécessaire pour compléter la formation reçue. Ce moyen est cité deux fois plus souvent que les cours en sciences fondamentales.

Pour permettre aux diplômés d'indiquer quelle serait selon eux la formation universitaire la plus adéquate en sciences fondamentales au niveau du premier cycle, ils devaient choisir, dans chacun des trois blocs suivants:

- cours en sciences fondamentales hors de la discipline
- cours dans la discipline
- cours hors des sciences fondamentales,

0, 1, 2 ou 3 tiers du programme. Le programme 030 correspondrait ainsi à un programme où tous les cours seraient dans une seule discipline. Nous utiliserons cette notation et l'ordre dans lequel les blocs apparaissent plus haut. Pour que l'analyse des réponses ait un sens, il faudra la faire par rapport au programme que les diplômés ont suivi.

secteur francophone:

Par exemple, malgré les fluctuations selon la discipline, les diplômés des universités francophones ont suivi un programme relativement homogène au point de vue qui nous intéresse, dont la description la plus fidèle dans les termes que nous utilisons présentement serait probablement 120. En fait ce programme se situerait entre 030 et 120, mais plus près du dernier que du premier en moyenne, étant donné l'ancien cours de quatre ans.

Au niveau des réponses au questionnaire, ce programme, 120, est le plus fréquemment choisi comme le plus adéquat par les diplômés. Près du tiers le choisissent. Ceci semble tout-à-fait normal dans le climat de la satisfaction exprimée par ailleurs.

Très peu, moins de 10%, favorisent un accroissement du contenu disciplinaire, 030.

Par contre près de la moitié favorisent l'une ou l'autre des trois formules correspondant à une plus grande ouverture du programme hors des sciences fondamentales, 111 ou 021, ou hors discipline en sciences fondamentales, 210.

Ces choix ont été analysés dans l'étude en fonction d'un certain nombre de variables, discipline, fonctions de travail, cycle du dernier diplôme obtenu en sciences, statut à l'égard de la main d'oeuvre. Il y a peu d'écarts marqués à la distribution d'ensemble que nous venons de décrire. Les tendances sont presque toujours les mêmes, peu importe la variable considérée. Les différences, lorsqu'elles existent, portent plutôt sur le sens de l'ouverture généralement souhaitée pour les programmes. Par exemple, les diplômés qui travaillent cherchent, semble-t-il l'ouverture hors sciences fondamentales, 111 et 021, par une diminution du contenu scientifique. Les diplômés qui sont encore aux études favorisent plutôt une ouverture hors discipline, 111 et 210, (plutôt que hors sciences fondamentales) par des cours hors sciences fondamentales mais également par des cours de sciences fondamentales hors discipline.

Par contre, compte tenu de la taille des échantillons ainsi constitués, compte tenu de l'incertitude sur le jugement subjectif porté par le diplômé sur le programme qu'il a suivi et compte tenu de ce que ces différences ne sont pas des plus marquées, il n'est pas évident qu'une telle analyse soit tellement significative. Elle est heureusement d'autant moins nécessaire que les différences en question sont généralement faibles. Dans l'exemple cité plus haut, les diplômés qui sont encore aux études ont suivi un programme de premier cycle à contenu disciplinaire relativement plus élevé que leurs confrères plus âgés. C'est spontanément à un abaissement de ce contenu disciplinaire qu'ils penseront s'ils souhaitent une ouverture du programme. Leurs confrères plus âgés, peut-être à cause de leur âge et par conséquent de leurs expériences de

travail plus variées, ou à cause du fait qu'ils ont plus souvent suivi un cours de quatre ans à première année sciences fondamentales hors discipline, accorderont plus d'importance à l'ouverture hors sciences fondamentales.

Le seul écart à la distribution d'ensemble qui nous semble assez marqué pour être vraisemblablement significatif est celui du groupe des chercheurs. Le programme le plus fréquemment choisi par ce groupe est le 120 comme pour l'ensemble des répondants. Par contre le second choix correspond à l'accroissement du contenu disciplinaire, 030, suivi de près par l'ouverture vers les sciences fondamentales hors discipline, 210, et finalement par l'ouverture hors des sciences, 111. Ce groupe est le seul à mettre l'accent sur l'accroissement du contenu sciences fondamentales dans les programmes. Soulignons que ce groupe des chercheurs, spécialement chez les diplômés d'universités francophones que nous traitons présentement, est essentiellement constitué comme nous l'avons vu de professeurs d'université, et plus spécifiquement des professeurs d'université qui se définissent, au point de vue fonctions de travail, comme chercheurs.

Notons que ce souhait d'ouverture des programmes de la part des diplômés ne va que pour une minorité jusqu'à un programme sans aucune concentration disciplinaire. Ces programmes, 300 et 201, même si on y ajoute 102 qu'on pourrait difficilement qualifier de programme de sciences fondamentales, recueillent, pour l'ensemble des trois, à peine 10% des choix.

Les diplômés des universités francophones souhaitent une plus grande ouverture des programmes, soit hors discipline en sciences fondamentales, soit hors sciences fondamentales, soit dans les deux directions simultanément, tout en conservant une nette identification du programme à une discipline.

secteur anglophone:

Du côté anglophone, les programmes qu'ont suivis les diplômés forment un ensemble beaucoup plus varié que du côté francophone. Compte tenu de l'éventail (honours", "major", "general", les programmes s'étalent de 120 (avec même un plus fort contenu disciplinaire dans certains cas) à 111 et même jusqu'à 201 dans certains cas. Si on considère la faible importance relative des P.Sc. généraux dans l'échantillon on peut cependant dire que les programmes 120 et 111 recouvrent la grande majorité des programmes suivis par les répondants.

Au niveau des réponses au questionnaire, la majorité des diplômés choisissent l'un ou l'autre de ces deux programmes comme étant le plus adéquat. La situation actuelle des programmes, avec sa diversité, semble donc relativement satisfaisante. La seule tendance que l'on décèle avec une assez grande régularité est l'ouverture hors des sciences fondamentales, o21. L'ouverture hors discipline à l'intérieur des sciences fondamentales, 210, détectable chez les diplômés

des universités francophones, ne l'est plus ici. Ceci est cohérent avec notre analyse de la situation chez les diplômés des universités francophones à cet égard, où le désir d'ouverture hors discipline à l'intérieur des sciences fondamentales provient essentiellement des diplômés encore aux études, les plus jeunes statistiquement, et qui ont par conséquent suivi un cours de trois ans, plus riche en discipline, relativement, que l'ancien cours de quatre ans. Dans le cas des diplômés des universités anglophones, la génération CEGEP n'existe pas encore. Il s'agit en quasi-totalité de diplômés ayant suivi un cours universitaire de quatre ans, avec une première année très sciences fondamentales hors discipline en moyenne. On comprend que ces diplômés éprouvent moins le besoin d'ajouter d'autres cours de sciences fondamentales hors de la discipline.

Comme du côté francophone, très peu, moins de 10%, favorisent un accroissement du contenu disciplinaire, 030.

La dernière tendance que nous analyserons est celle qui favorise les programmes sans aucune concentration disciplinaire, c'est-à-dire 300 et 201, en y ajoutant 102 qui, comme nous l'avons dit plus haut, serait un programme hors des sciences fondamentales. Nous le retenons quand même à cause de la tendance qu'il indique. Dans les universités anglophones, ce genre de programme est possible et est certainement connu comme tel par les diplômés. Par contre l'ensemble de ces trois programmes recueille à peine 15% des choix.

Les diplômés des universités anglophones semblent satisfaits de la situation actuelle au point de vue programmes. La diversité des choix semble correspondre à la diversité des programmes existants. Tout au plus peut-on déceler un souhait d'ouverture des programmes hors sciences fondamentales, sans aller, loin de là, à des programmes non identifiables à une discipline, malgré le prestige dont ce genre de programme général a toujours semblé jouir en milieu anglophone.

Une autre façon de juger de l'adéquation formation-emploi fut de demander aux diplômés d'évaluer la suffisance dans l'accomplissement de leur travail des connaissances acquises à l'université, à un certain nombre de points de vue que l'on peut regrouper en

- connaissances dans la discipline,
- connaissances en sciences fondamentales, hors de la discipline,
- connaissances hors des sciences fondamentales

De ces trois ensembles, les diplômés estiment que les connaissances dans la principale discipline de formation sont de beaucoup les plus suffisantes. Les trois quarts d'entre eux les estiment suffisantes.

Les connaissances en sciences fondamentales hors discipline sont suffisantes pour à peine la moitié des répondants.

Les connaissances hors sciences fondamentales sont suffisantes pour moins du tiers des répondants.

Les connaissances hors sciences sont jugées moins suffisantes par les diplômés des deuxième et troisième cycles que par les diplômés de premier cycle.

Les réponses furent analysées en fonction des mêmes variables que la question précédente. Les mêmes difficultés d'analyse se présentent par conséquent et nous nous limiterons à souligner les écarts les plus marqués à la distribution d'ensemble, lesquels sont peu nombreux. A une exception près, que nous soulignerons, il n'y a pas de différences marquées non plus entre les réponses des deux groupes linguistiques.

A première vue, la catégorie de diplômés qu'il semble intéressant d'isoler des autres dans le cadre de cette question est celle qui est constituée des diplômés qui déclarent que leurs fonctions de travail sont hors des sciences. On pourrait en effet s'attendre à ce que ces diplômés trouvent statistiquement leurs connaissances davantage suffisantes dans la discipline que les autres diplômés (puisqu'ils ne s'en servent pas dans l'accomplissement de leur travail) et que par contre leurs connaissances hors des sciences leur apparaissent moins suffisantes qu'à leurs confrères oeuvrant en sciences.

C'est nettement le contraire qui se produit. En fait il faut réaliser que les répondants de cette catégorie ne répondent pas à la question posée: "Considérez-vous que les connaissances acquises durant vos études universitaires sont suffisantes pour l'accomplissement de votre travail?" Leur travail n'est pas de nature scientifique. Nous interprétons à peine en disant que cette catégorie constitue un groupe témoin qui répond non pas à la question posée, mais, inconsciemment, à la question: "Selon vous les connaissances que vous avez acquises durant vos études universitaires sont-elles suffisantes pour donner une bonne formation en sciences?" Scientifiques de formation, et très satisfaits de l'être même s'ils ne travaillent pas en sciences, ces répondants donnent leur opinion sur ce que devrait être le programme comme formation préparant à faire ensuite autre chose.

Par référence à ce groupe, les réponses des diplômés oeuvrant en sciences fondamentales prennent encore plus de relief. Ces derniers trouvent en effet

- leurs connaissances dans la discipline plus suffisantes que leurs leurs confrères hors sciences,

- leurs connaissances en sciences fondamentales hors discipline un peu moins suffisantes que leurs confrères hors sciences,

- leurs connaissances hors sciences fondamentales nettement moins suffisantes que leurs confrères hors sciences. A peine 20% des diplômés dont les fonctions de travail sont en sciences trouvent suffisantes leurs connaissances hors sciences et parmi eux ce sont les diplômés oeuvrant en pratique scientifique qui les trouvent les moins suffisantes.

Le seul écart important à ce schéma provient des chercheurs diplômés des universités francophones (groupe qui, comme nous l'avons vu, est essentiellement constitué de professeurs d'université qui se définissent comme chercheurs au point de vue fonctions de travail), qui trouvent les connaissances dans la discipline suffisantes pour à peine la moitié d'entre eux, contre plus des trois quarts pour tous les groupes exerçant d'autres fonctions de travail. Leurs collègues chercheurs diplômés des universités anglophones pour leur part trouvent les mêmes connaissances dans la discipline nettement plus suffisantes que les groupes exerçant d'autres fonctions de travail, qui les trouvent eux-mêmes fort satisfaisantes.

> *Les diplômés estiment que, dans l'accomplissement de leur travail, leurs connaissances dans leur principale discipline de formation sont suffisantes. Leurs connaissances en sciences fondamentales, hors de leur discipline, sont moins suffisantes. Leurs connaissances hors des sciences sont nettement insuffisantes. Dans le cas des diplômés dont les fonctions de travail sont en sciences fondamentales, ces trois jugements sont plus accentués que dans le cas des diplômés oeuvrant hors sciences.*

En conclusion, on peut dire que cette étude indique que les répondants sont satisfaits d'avoir reçu une formation en sciences fondamentales, mais que les composantes hors-discipline du programme leur apparaissent insuffisantes, et ce tant en termes de programme souhaitable pour le premier cycle, qu'en termes de suffisance, dans l'exercice des fonctions de travail, des connaissances acquises durant leurs études universitaires.

Il s'agit essentiellement, sous diverses formes, d'un souhait d'ouverture du programme, tout en lui conservant son identification forte à une discipline.

Il n'est évidemment pas question, nous nous sommes bien gardé de le faire, d'interpréter littéralement les réponses et de proposer des programmes qui correspondraient numériquement aux choix les plus fréquents, par exemple 111 ou 021. Il faut y voir des tendances qui s'expriment dans le cadre des questions posées. Nous n'avons sûrement pas tenté, par ailleurs, de pousser l'étude d'adéquation jusqu'au niveau de la préparation à des fonctions de travail précises. Nous en avons donné les raisons plus haut. Une adéquation formation-emploi terme à terme (élément de formation - point particulier dans les fonctions de travail) est illusoire dans un programme de sciences fondamentales; on tomberait immédiatement dans des cas individuels. Nous nous en sommes tenus à des grands types de fonctions de travail et à des ensembles assez vastes au niveau des éléments de formation. Il est d'autant plus révélateur qu'à un niveau aussi global les tendances soient aussi manifestes.

Nous utiliserons la même approche dans l'identification des éléments pouvant contribuer à l'ouverture souhaitée dans les programmes. C'est au niveau de chaque discipline que les responsables des programmes devront concrétiser cette ouverture de façon spécifique. Par contre, au niveau de l'ensemble, il y a, dans cet objectif que nous proposent les diplômés en sciences fondamentales des universités québécoises, des éléments généraux susceptibles de constituer un cadre aux programmes. Il nous a semblé essentiel de poursuivre notre démarche jusqu'à l'identification de ces éléments généraux pouvant permettre l'ouverture souhaitée des programmes, et de ne pas nous en tenir à une simple analyse de la situation actuelle.

En ceci, notre démarche différera de celle des autres groupes qui ont étudié le problème de l'adéquation formation-emploi dans les programmes de sciences fondamentales. Ces autres études, la première, sur les diplômés spécialisés (ou "Honours") en Physique et en Chimie (10), la seconde, sur les diplômés en Mathématiques (11), confirment tout à fait les résultats de la présente étude effectuée pour l'ensemble du secteur des sciences fondamentales dans le cadre de l'O.S.F. Par contre, devant le besoin manifeste d'ouverture

---

(10) A.D. Boyd et A.C. Gross, Formation et emploi des scientifiques, Conseil des Sciences du Canada, Etude spéciale N° 28, 1973

(11) A.J. Coleman, G. Edwards et K.P. Beltzner, Mathematical Sciences in Canada, Conseil des Sciences du Canada, Etude spéciale N° 38, 1975.

des programmes en dehors de la discipline, au niveau des recommandations formelles, ces deux études ne vont pas très loin. Le rapport Boyd et Gross recommande que les étudiants puissent prendre des cours dans d'autres secteurs, et le rapport Coleman recommande la formation d'un comité pour étudier les modifications de structure et de contenu à apporter aux programmes.

Ces deux éléments sont très valables, mais l'O.S.P. estime qu'il est possible d'aller plus loin, avec toute la prudence voulue, et de recommander un cadre pour les programmes, dans lequel seront identifiés les éléments permettant d'atteindre les objectifs proposés et dans lequel sera indiquée l'importance relative de ces éléments.

C'est ce à quoi nous nous emploierons dans les prochains chapitres.

Les modifications que nous serons ainsi amenés à recommander pour les programmes actuels ne constitueront évidemment qu'une première démarche qui devra servir d'amorce à un processus continu, dans une perspective d'éducation permanente. C'est tout le problème de la participation du milieu de travail à l'entreprise éducative que pose cette démarche. Cette étude auprès des diplômés aura constitué une première interaction importante entre le monde du travail et les programmes de formation. Il faudra s'assurer que ces interactions continuent.

Pour compenser la tendance naturelle des sciences fondamentales à rester tournées vers elles-mêmes et à proposer des programmes orientés surtout vers le progrès des connaissances par la recherche, au détriment de la formation de bons praticiens des sciences, les universités doivent avoir un souci particulier de maintenir pour ce secteur un dialogue soutenu avec tous les milieux susceptibles de fournir des débouchés aux diplômés. Ce dialogue est essentiel pour faciliter d'une part l'entrée du diplômé sur le marché du travail et pour orienter d'autre part les programmes en fonction des perspectives de carrières.

Très souvent, c'est simplement par goût pour l'étude des sciences que l'étudiant arrivant à l'université s'inscrit dans l'un des programmes du secteur. Mais très rapidement l'objectif change, et les perspectives de carrière deviennent la préoccupation dominante. Que fera-t-il après l'obtention de son diplôme? Sans pour autant devenir un service de placement, l'université doit être en mesure de répondre à cette question et même au besoin de la susciter. Avant d'avoir terminé son programme de 1er cycle, l'étudiant doit connaître les grandes avenues de travail qui s'offriront à lui à la fin de ses études.

Les Conseils ou Comités d'orientation qui existent déjà dans certaines facultés, de même que la participation de personnes de l'extérieur aux travaux des Comités de programmes ou des Conseils de modules constituent déjà une amorce de dialogue très valable, mais ce n'est pas suffisant. Nous proposons dans la recommandation 2.3 un mode plus dynamique pour les échanges entre tous les intéressés.

Au moment de la préparation des deux grandes études mentionnées ci-dessus - Profils de carrières des diplômés en sciences et Adéquation entre la formation en sciences et les fonctions de travail - des membres du Comité directeur de l'O.S.F. ont eu l'occasion de discuter le problème des scientifiques sur le marché du travail avec des représentants de deux importantes organisations d'employeurs, le Conseil du patronat et le Centre des dirigeants d'entreprises. Ces personnes ont paru vivement intéressées aux travaux de l'O.S.F. et conscientes du rôle que leurs associations pourraient jouer en vue de l'intégration des diplômés en sciences fondamentales au marché du travail. Nous formulons dans la recommandation 2.4 des suggestions sur la façon dont les groupes d'employeurs pourraient contribuer à accroître la visibilité des débouchés en sciences fondamentales à tous les niveaux et dans tous les secteurs du marché du travail.

2.5 Perspectives d'avenir

Un plan de développement des sciences fondamentales, comme d'ailleurs de tout autre secteur, doit tenir compte avant tout des effectifs qui seront disponibles, aux différents niveaux d'activité, durant la période de réalisation de ce plan. Il est certes à souhaiter que le Québec parvienne et demeure à l'avant-garde de chacun des domaines de la science et soit en mesure d'utiliser aussi rapidement et efficacement que possible toute connaissance scientifique nouvelle pour atteindre ses objectifs économiques et culturels. Mais la réalisation de ce souhait dépendra en définitive de la présence d'un nombre suffisant de scientifiques de qualité dans l'enseignement, la recherche pure et appliquée, l'industrie, l'administration.

On trouvera dans les dossiers des différents sous-secteurs de l'O.S.P., ainsi que dans les chapitres du présent rapport consacrés à ces sous-secteurs, des extrapolations des courbes de production de diplômés de premier cycle dans les principales disciplines scientifiques. Ces prévisions sont basées sur les chiffres recueillis par l'O.S.P. au sujet des inscriptions dans les programmes de sciences fondamentales à l'automne 1972, à l'automne 1973 et à l'automne 1974. Ces données fixent une limite supérieure à la production de diplômés jusqu'à 1977 inclusivement; en effet, pour être en mesure de compléter un programme d'ici là, il fallait nécessairement être inscrit à l'automne 1974.

En gros, on peut dire que la production de diplômés de premier cycle, pour l'ensemble du secteur, ne remontera pas tout à fait, d'ici 1977, au sommet qu'elle a connu en 1972; elle atteindra au mieux les ordres de grandeurs suivants dans les principales disciplines: 200 chimistes, 400 mathématiciens, 150 physiciens, 600 biologistes, 150 biochimistes, pour un total d'environ 1 500.

Cette extrapolation à 1 500 diplômés de premier cycle en 1977 et le chiffre observé de 1 300 en 1974 correspondent à la même valeur, soit 1,16%, d'un taux de scolarisation défini comme la fraction des jeunes âgés de 18 ans qui entreprennent et terminent (trois ans plus tard) des études de premier cycle. Rien n'indique que ce taux puisse varier considérablement dans les trois ou quatre prochaines années, de sorte qu'on peut l'utiliser pour estimer en première approximation la production de diplômés de premier cycle durant toutes les années de la période couverte par le premier plan de développement de

l'O.S.P., soit jusqu'en 1981. Il se trouve par ailleurs que la population de 18 ans, suivant les chiffres établis par le Bureau de la Statistique du Québec (12), atteindra dès 1976 un maximum d'approximativement 133 000, pour se maintenir à ce niveau durant trois ou quatre ans et décroître ensuite rapidement. Au taux de 1,16%, ceci donne seulement 1 550 diplômés par année pour les années 1979, 1980 et 1981.

Il est vrai que ce taux de 1,16% est faible en comparaison avec celui qu'on observe ailleurs, en particulier aux U.S.A. Le chiffre de 76 788 diplômés pour l'année 1970-71 donnée au tableau 2.3 correspond à un taux de 2,17%. Les projections établies par le U.S. Office of Education pour la période 1971-1982 sont basées sur l'hypothèse que le taux de scolarisation restera constant pour toutes les disciplines de sciences fondamentales, sauf pour les sciences biologiques où il passerait de 1,01 à 1,20%. Au Québec aussi, on assiste déjà à une augmentation assez marquée de la clientèle des programmes de sciences biologiques. On peut se demander dans quelle mesure cette tendance pourra se maintenir autrement qu'aux dépens de la production dans les autres disciplines.

Quel avenir peut-on envisager à plus long terme, c'est-à-dire dans la perspective d'un second plan quinquennal de développement des sciences fondamentales, couvrant la période 1981-1986? Il s'agit encore, à vrai dire, d'un futur très proche et qu'on ne peut espérer modifier en profondeur.

---

(12) Voir D. Dufour et Y. Lavoie, La fréquentation scolaire au Québec, Documents de démographie scolaire, N° 9-20, Direction générale de la planification, MEQ, 1974.

"La vitesse à laquelle le système de la science et de la technologie peut changer a évidemment des limites. L'appareil d'éducation, qui fournit à la technologie sa main-d'oeuvre, a probablement le temps de réponse le plus long de l'ordre de dix à ving ans..." (13).

Cet appareil d'éducation si lent à évoluer a déjà commencé à former les diplômés en sciences de 1986. Le nombre de ces diplômés, leur orientation éventuelle vers telle ou telle discipline, vers tel ou tel domaine d'application dépendent dans une bonne mesure des idées que les étudiants préuniversitaires d'aujourd'hui se font de la science et de ses utilisations.

C'est pour cette raison qu'on a décidé d'effectuer, dans le cadre de l'Opération Sciences Fondamentales, une étude sur les attitudes des étudiants du secondaire et du collégial à l'égard de la science et de la technologie. Les responsables du groupe ASOPE (14) ont accepté de greffer cette étude sur leurs propres travaux, en extrayant des données recueillies en 1972 auprès de certaines cohortes d'étudiants les éléments pertinents aux préoccupations de l'O.S.F. et en ajoutant un supplément au questionnaire ASOPE adressé aux mêmes cohortes en février 1974. L'analyse de ces données permet de constater, que l'attitude des étudiants à l'égard de la science, des scientifiques et de la technologie est globalement positive. Ce fait infirme certaines allégations assez répandues, selon lesquelles les jeunes générations de la dernière décennie auraient

---

(14) Aspirations Scolaires et Orientations Professionnelles des Etudiants, Groupe de Recherche dirigé par G. Rocher, de l'Université de Montréal, et P.-W. Bélanger, de l'Université Laval.

perdu tout intérêt face à la science et aux réalisations technologiques. Toutefois, il serait souhaitable que le groupe ASOPE poursuive cette étude, car l'évolution des attitudes, si elle n'est guère explicite sur une période aussi restreinte que les deux années signalées plus haut, pourrait être plus significative à long terme.

Le rapport du groupe ASOPE sur l'étude effectuée pour le compte de l'O.S.F. sera publié sous peu (5).

---

(15) Attitudes des étudiants à l'égard de la science et de la technologie, Etude particulière N° 1 de l'O.S.F. à paraître.

RECOMMANDATIONS

2.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le ministère de l'Education reprenne la publication , interrompue après l'année 1970, des Statistiques de l'enseignement supérieur sur le nombre de diplômés des différents programmes des universités québécoises.

b) QUE le ministère de l'Education recueille également chaque année le nombre total d'inscriptions et le nombre de nouvelles inscriptions en sciences fondamentales au 1er, au 2e et au 3e cycle, dans chaque institution et dans chaque programme identifié par les institutions, afin de mettre au point sur une période de quelques années une méthode de prévision du nombre de diplômés.

2.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education confie à l'ACFAS, sur une base permanente et non bénévole, la tâche de maintenir un inventaire aussi complet que possible des ressources humaines en sciences fondamentales disponibles au Québec, avec la collaboration du ministère du Travail, du ministère de l'Immigration, du Bureau de la statistique, de l'Office des professions, de l'Ordre des chimistes et des différentes associations scientifiques.

2.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités organisent, pour chaque programme ou groupe de programmes en sciences fondamentales, une rencontre annuelle d'étudiants, de professeurs et de scientifiques engagés sur le marché du travail, dans le but:

(i) d'identifier et de faire connaître aux étudiants les principales avenues de travail qui leurs sont ouvertes;

(ii) de s'assurer que les programmes réguliers préparent aux principaux types de fonctions de travail;

(iii) de stimuler la collaboration du marché du travail aux activités universitaires;

(iv) de susciter la mise sur pied d'activités pédagogiques particulières permettant aux étudiants de mieux se préparer à leur carrière:

- cours ou bloc de cours à orientation industrielle pour les étudiants du 2e et du 3e cycle,

- cours et autres activités au niveau du 2e et 3e cycle, dans l'optique de l'éducation permanente, sur des sujets choisis en réponse à des besoins précis du marché du travail, et qui pourraient également servir à titre de recyclage pour les scientifiques oeuvrant en pratique.

2.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les groupements d'employeurs - en particulier le Conseil du patronat et le Centre des dirigeants d'entreprise - conscients du rôle qu'ils peuvent jouer en vue de l'intégration au marché du travail des diplômés en sciences fondamentales, adoptent des mesures concrètes en vue de fournir des renseignements:

(i) aux étudiants pour leur permettre de choisir leur orientation professionnelle et d'esquisser leur plan de carrière;

(ii) aux universités pour leur permettre d'élaborer des programmes susceptibles de conduire à une meilleure adéquation entre la formation reçue et les types de fonctions exercées.

2.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Comité conjoint des programmes demande au ministère de l'Education, s'il y a lieu, de commanditer des analyses supplémentaires qu'il y aurait profit à entreprendre à partir de banques de données des études particulières N^{O} 2 et N^{O} 3 de l'O.S.F., afin de compléter l'explication des phénomènes dégagés par ces études, dans le but d'éclairer les universités sur les objectifs qu'elles doivent poursuivre.

2.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Conseil de la politique scientifique donne son avis au Comité interministériel des politiques scientifiques sur les implications socio-économiques des conclusions de l'étude sur les Profils de carrière de l'O.S.F. dans le but de favoriser le développement adéquat des sciences fondamentales au Québec.

CHAPITRE 3 - OBJECTIFS DES PROGRAMMES DE FORMATION

3.1 Les types de fonctions des diplômés en sciences fondamentales

On a déjà dit que la pire façon de préparer les scientifiques au marché du travail, c'était de les préparer à remplir des fonctions trop spécifiques. Cette vérité n'entraîne cependant pas en corollaire qu'il faille préparer la plupart des scientifiques comme si leurs fonctions de travail allaient consister à faire de la Science pour la Science.

Nous avons déjà dit que les diplômés des programmes de formation constituent, dans l'ensemble des activités universitaires, le résultat le plus immédiatement utilisable par la société. C'est un des besoins clairement identifiés auxquels répond l'université. Encore ici, il semble qu'il soit nécessaire de préciser ce que nous entendons par besoin. Les besoins du marché du travail, auxquels nous nous référons ici, et qui constituent une partie des besoins de la société, ne doivent pas être considérés en termes de telle technique ou de telle spécialité très étroite; ces besoins-là sont fluctuants et imprévisibles. Nous parlons des besoins du marché du travail en termes de formation et de préparation nécessaires au diplômé pour remplir un type de fonctions de travail. Il convient donc, pour étudier les objectifs des programmes de formation, parallèlement aux contraintes et aux exigences des disciplines, de considérer les types de fonctions de travail qu'exercent les diplômés, sans pour autant pousser l'analyse des fonctions de travail jusqu'à leur structure fine.

Les scientifiques exercent dans la société des fonctions fort diverses que l'on peut regrouper, à un niveau très global, en trois types.

Le scientifique sera en effet appelé:

a) soit à diffuser les connaissances scientifiques et à les insérer dans le contexte culturel, social, voire économique (enseignement, journalisme, gestion, sociopolitique, etc.);

b) soit à employer et à appliquer les connaissances scientifiques dans les situations où elles s'avèrent utiles dans le contexte social et économique (les praticiens des sciences: expertise, contrôle, développement, étude et inventaire du milieu, utilisation des ressources, production, analyse, mesure et prévision des phénomènes, solution des problèmes nouveaux, etc.);

c) soit à agrandir par la recherche le champ des connaissances scientifiques et de leurs applications.

La relation entre ces trois types de fonctions de travail et les trois cycles d'études universitaires est complexe. Ce n'est évidemment pas une relation biunivoque. Nous reviendrons sur ce sujet à propos des programmes.

3.2 Les outils de formation

Ces trois types de fonctions pour lesquelles on cherche à former l'étudiant donnent naissance à trois types d'outils pédagogiques:

a) l'acquisition des connaissances,

b) l'apprentissage de leur utilisation,

c) l'apprentissage de la recherche.

L'acquisition des connaissances est l'outil de la formation rigoureuse dans la discipline. L'apprentissage de l'utilisation de ces connaissances est essentiellement un entraînement à la réorganisation de ces connaissances en vue de leurs applications ou de leur diffusion. L'apprentissage de la recherche prolonge ces deux démarches au niveau des connaissances nouvelles ou des applications nouvelles.

A cause de la verticalité particulière de la formation scientifique, ces trois outils pédagogiques seront introduits dans l'ordre indiqué, le long des études universitaires; d'abord les deux premiers, au premier cycle, puis le troisième, aux cycles supérieurs.

De façon immédiate, il est bien évident que chaque type d'outil pédagogique, surtout dans le cas des deux derniers, correspond à un type de fonctions de travail, et par conséquent y prépare. Par contre, à un niveau plus global, l'expérience montre que, à des degrés divers selon la spécificité des fonctions, les

trois types d'outils pédagogiques pourront concourir utilement à la formation souhaitable pour l'un ou l'autre des types de fonctions. L'apprentissage de la recherche pourra s'avérer formateur pour le futur praticien des sciences, tout comme l'apprentissage de l'utilisation des sciences pour le futur enseignant.

3.3 Les programmes et les types de fonction

L'étudiant devra donc d'abord maîtriser les principales connaissances de base reliées à sa discipline, de façon à en avoir une perception globale logique et cohérente. S'il envisage comme fonction de diffuser à son tour ces connaissances et de les insérer dans le contexte socio-culturel, s'il veut devenir enseignant au secondaire par exemple, on comprendrait qu'il utilise le reste du temps disponible dans son premier cycle pour compléter sa formation d'enseignant de façon adéquate.

Pour le futur praticien des sciences par contre, il est impératif de pousser plus loin, au moins au niveau des applications, l'étude de la discipline, pour qu'il soit en mesure de transférer ses connaissances de base aux situations concrètes qu'il rencontrera dans le cadre de ses fonctions de travail.

Le niveau de formation scientifique ainsi défini variera, on s'en doute, en terme de cycle d'études selon la discipline et selon les fonctions. Dans plusieurs disciplines, le premier cycle ouvre déjà un éventail important de fonctions. Dans certains cas, et il est évident que ce schéma attire de plus en plus d'attention, on pense que la formation du futur praticien requiert

un programme de maîtrise que certains qualifient traditionnellement de "professionnelle", et qui serait justement plus orientée que la maîtrise traditionnelle vers les fonctions de praticien. On va même jusqu'à parler de doctorat professionnel.

Dans d'autres cas enfin, c'est par une maîtrise et même un doctorat traditionnels de recherche que l'on atteint le niveau de formation scientifique nécessaire à l'exercice de certaines fonctions de praticien des sciences. C'est alors comme un élément de formation parmi d'autres que l'apprentissage de la recherche intervient pour préparer à ce type de fonctions.

Le troisième type de fonctions, la recherche, requiert évidemment une formation qui fait intervenir l'apprentissage de la recherche et qui souvent dépasse le troisième cycle pour se poursuivre en stage postdoctoral.

Comme nous l'avons souligné plus haut, il n'y a pas de relation simple entre cycle d'études et types de fonctions de travail. La recherche de l'adéquation entre la formation et les types de fonctions de travail, au sens global que nous avons retenu au chapitre précédent, doit donc tenir compte du cycle d'études, du type de fonctions et également de la discipline impliquée. On consultera à ce sujet l'étude effectuée dans le cadre de l'O.S.F. (1). Indépendamment de la discipline,

---

(1) Opération Sciences Fondamentales, étude particulière N° 7, Adéquation formation-emploi pour les diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, par C. Boiseux et G. Gauthier, O.S.F.C., Mars, 1975.

et malgré la complexité du problème cette étude aboutit à la même conclusion principale que d'autres études plus restreintes sur le sujet (2) (3), conclusion que l'on peut résumer de la façon suivante.

D'une façon générale, les diplômés sont satisfaits de la formation qu'ils ont reçue dans leur discipline. Ils utilisent cette formation dans leurs fonctions de travail et elle suffit à leurs besoins. Par contre, ils estiment que cette formation est trop exclusivement axée sur la discipline, alors qu'elle devrait déborder le cadre de la discipline proprement dite. Cette conclusion principale prend évidemment un éclairage particulier selon le cycle d'études et selon les types de fonctions de travail. Il faudra en tenir compte.

3.4 Un cas particulier: les fonctions hors des sciences

Nous nous sommes penchés jusqu'ici sur les programmes en tant que préparant à des fonctions scientifiques.

Dans ce cas, on peut constater que très souvent le contenu de la formation scientifique dépasse le niveau d'utilisation requis dans les faits par les fonctions. On peut interpréter ceci en termes de sous-emploi des scientifiques ou de leur surformation selon que l'on considère que les programmes doivent

---

(2) A.D. Boyd et A.C. Gross, Formation et emploi des scientifiques, Conseil des Sciences du Canada, Etude spéciale N° 28, 1973.

(3) A.J. Coleman, G. Edwards et K.P. Beltzner, Mathematical Sciences in Canada, Conseil des Sciences du Canada, Etude spéciale N° 30, 1975.

s'adapter au carcan ou l'inverse. On peut aussi l'interpréter en termes de la valeur de la formation scientifique comme telle et de son utilité en dehors du domaine où elle a été acquise. L'étude O.C.D.E. sur l'adéquation (1) ne fournit pas de réponse claire à cette question, qui exigerait vraisemblablement une étude spécifique.

Quoi qu'il en soit, la comparaison des deux facteurs (sous-emploi ou surformation d'une part, valeur de la formation scientifique et son utilité générale d'autre part) ne serait même plus possible dans le cas des nombreux diplômés qui oeuvrent hors des sciences fondamentales (20% du côté francophone, 50% du côté anglophone).

Il faut se contenter dans ce cas d'une évaluation, par les diplômés eux-mêmes, de l'utilité de la formation reçue en sciences pour oeuvrer hors des sciences, ainsi que des lacunes qu'elle comporte dans ce cas.

La conclusion générale reste cependant la même: satisfaction d'avoir une formation scientifique, nécessité de lui faire déborder la discipline.

3.5 Types de fonctions et outils de formation

Rigoureusement donc, en ajoutant les fonctions hors des sciences, c'est de quatre types de fonctions qu'il faudrait tenir compte dans les objectifs des programmes, avec leur spécificité quant à la discipline et au cycle d'études.

Pour atteindre ces objectifs, on dispose des trois outils pédagogiques déjà mentionnés, auxquels il faut en ajouter un quatrième, qui est le contenu hors disciplines des programmes.

En effet, pour préparer aux fonctions scientifiques, on fait essentiellement de la science dans les programmes de formation, ainsi qu'en témoignent les trois premiers outils pédagogiques mentionnés.

Par contre, les objectifs des programmes doivent tenir compte de ce que les fonctions scientifiques s'exerceront dans un contexte non scientifique et donneront même souvent lieu à un glissement vers des fonctions hors des sciences. Il n'est évidemment pas possible de prévoir au niveau de la formation toutes les fonctions possibles tant en sciences qu'hors des sciences, mais il faut au moins préparer l'étudiant au fait que ses fonctions de travail, même si elles sont de nature scientifique, s'exerceront normalement dans un contexte non scientifique, avec lequel il devra entrer en interaction. Il faut donc sensibiliser l'étudiant à ce contexte dans lequel il travaillera et au rôle que sa formation scientifique est appelée à lui faire jouer dans la société et ce tant au niveau des outils pédagogiques scientifiques que des cours hors disciplines qui pourraient y contribuer.

C'est donc la préparation aux fonctions scientifiques elles-mêmes qui commande l'ouverture des programmes vers le contexte socio-économique dans lequel s'exerceront ces fonctions. Il va sans dire que cette même ouverture sera, incidemment, fort utile lors d'un éventuel passage à des fonctions hors des sciences fondamentales.

Pour préparer aux types de fonctions identifiés, les outils pédagogiques seront donc:

- l'acquisition des connaissances dans la base de la discipline et la formation à sa méthodologie,

- l'apprentissage de l'utilisation de ces connaissances de base dans une optique de transfert à des situations concrètes,

- la sensibilisation au contexte du travail scientifique et aux interactions qui s'y rencontrent avec les autres secteurs,

- l'apprentissage de la recherche visant à agrandir le champ des connaissances scientifiques et de leurs applications.

Ces quatre outils seront les composantes des divers programmes de formation en sciences fondamentales. Les quatre ne seront pas présents dans tous les programmes des trois cycles. Les proportions relatives de ceux qu'on retiendra dépendront des objectifs du programme.

En analysant les programmes existants, nous pouvons immédiatement déceler des carences importantes pour chacun des types de fonctions retenus. Nous en ferons, dans les trois prochains chapitres, une analyse pour chacun des cycles d'études. Pour le moment, à un niveau plus global, nous pouvons considérer parmi les types de fonctions, la pratique et la recherche. Nous traiterons de la formation des maîtres en sciences fondamentales dans un chapitre distinct. C'est

évidemment en tenant compte du fait que les mêmes programmes peuvent avoir à former et des praticiens et des chercheurs que nous considérerons ces deux types de fonctions, la seconde étant, comme nous l'avons vu, beaucoup moins importante, numériquement parlant.

3.6 Les sciences fondamentales appliquées et les programmes de formation

Dans les activités d'une discipline en sciences fondamentales, on peut distinguer deux volets:

- le développement de la discipline elle-même;
- l'insertion de la discipline dans des contextes où elle peut servir à résoudre des problèmes hors de la discipline.

C'est la distinction classique science pure - science appliquée, ou, pour reprendre les mots du premier chapitre, le volet épistémologique et le volet opératoire.

Sans vouloir jouer sur les mots, il s'agit dans les deux cas de science fondamentale. Il existe en sciences fondamentales un secteur appliqué, distinct du secteur appliqué défini en relation avec l'ingénierie. Il suffit pour s'en rendre compte de constater qu'il existe un marché de l'emploi pour les diplômés en sciences fondamentales où l'on fait essentiellement appel à leur formation, à leur savoir-faire et à leur compétence spécifique pour assumer des fonctions socio-économiques qui n'ont rien à voir avec le développement de la discipline elle-même. Cette catégorie comprend ceux que nous appelons les praticiens de la science ainsi que ceux qui font de la recherche appliquée, voire orientée.

En sciences fondamentales, l'existence d'un volet opératoire exige, croyons-nous, pour sa qualité même et son efficacité, la présence vivante d'un volet épistémologique important. En plus de raisons historiques et culturelles, c'est probablement là une des raisons pour lesquelles, dans l'ensemble, le secteur sciences fondamentales des universités, au Québec, a fait porter jusqu'ici le gros de ses efforts dans le sens du développement du volet épistémologique. Ce dernier devait naître et se développer avant qu'on puisse, en parallèle, s'attacher au second de façon importante. Le moment nous en semble venu.

Il y aurait une analyse intéressante à faire à cet égard de l'évolution des sciences fondamentales dans les universités québécoises. Nous n'en soulignerons ici que les grandes lignes.

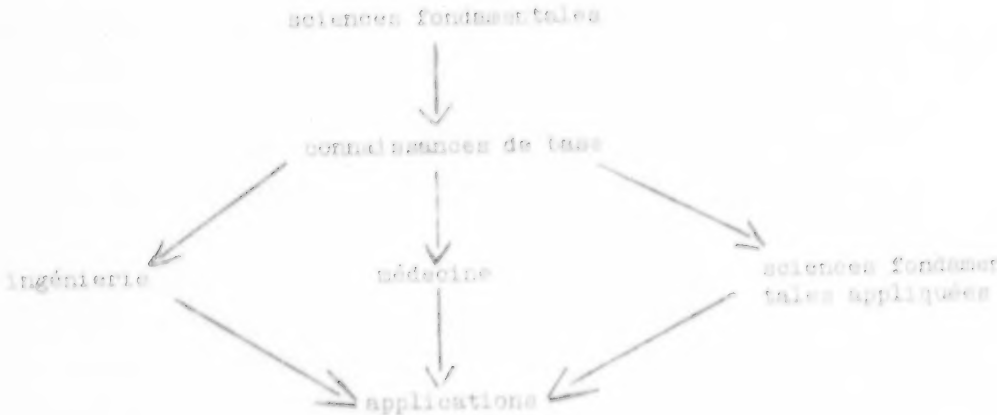
Le développement du volet épistémologique dès les années 50 et surtout dans les années 60 répondait évidemment à une nécessité historique locale, mais allait également dans le sens du développement mondial des sciences. Il faut d'ailleurs souligner ce que le Québec doit à la poignée de professeurs qui, durant les années 50, ont réussi à mettre notre communauté scientifique sur le chemin du progrès et à rendre ainsi possible, au moment où allaient se présenter les disponibilités des années 60, les premiers développements importants. On peut se demander ce qui se serait produit si ce point de départ avait été retardé, ne fût-ce que d'une autre décennie.

En plus des caractéristiques générales du développement des sciences dans les années 60, qui déjà favorisaient les activités très pures, très "science pour la science", le développement au Québec a évidemment été influencé par le contexte dont l'effet

allait dans le même sens. Ce contexte venait, entre autres, de la présence de deux secteurs voisins, forts et bien établis, l'ingénierie et la médecine, de même que celle de leurs secteurs connexes, agronomie, foresterie, médecine vétérinaire. A cause de sa faiblesse, le secteur sciences fondamentales a eu trop tendance à se développer dans les domaines que ces secteurs lui abandonnaient, plutôt qu'à chercher à établir des contacts avec chacun d'eux.

A cause de cette situation, les sciences fondamentales avaient tendance à développer presque uniquement le volet épistémologique, laissant de côté non seulement toute application, mais même tout développement aux interfaces sciences fondamentales - ingénierie ou sciences fondamentales - sciences de la santé. Citons deux faits, entre autres, qui sont significatifs à cet égard. La recherche en biologie humaine s'est longtemps faite exclusivement et se fait encore largement dans les facultés de médecine, où se dirigent des étudiants gradués venant des départements de sciences biologiques. L'autre fait est tout aussi symptomatique: l'expression "science appliquée" est dans notre langage souvent synonyme d'ingénierie, à tel point que "science fondamentale appliquée" semble au premier abord contradictoire.

Les sciences fondamentales appliquées, l'ingénierie et la médecine, comme toutes les autres sciences appliquées, s'alimentent évidemment toutes trois aux connaissances de base, mais chacune utilise ces connaissances selon une dynamique qui lui est propre et une méthodologie particulière, plutôt que dans un champ réservé. On peut dire qu'il s'agit de trois canaux par lesquels les connaissances de base deviennent utiles:



Ces voies sont à la fois complémentaires et spécifiques. En sciences fondamentales, l'approche est plus analytique et s'attache davantage aux éléments constitutifs et à leurs propriétés. L'ingénierie est plutôt systémique et étudie la réponse globale du système et de ses éléments à une sollicitation extérieure. La médecine est assez voisine de l'ingénierie à cet égard.

C'est donc à un double titre que les sciences fondamentales interviennent dans ce schéma. C'est ce que nous avions symbolisé plus tôt par les deux volets d'activités. Par leur secteur appliqué, les sciences fondamentales contribuent directement à l'utilisation des connaissances de base. Par les recherches de base, les sciences fondamentales alimentent le bassin des connaissances.

D'une part, comme nous l'avons indiqué plus haut, les programmes actuels ne tiennent pas suffisamment compte du volet appliqué des sciences fondamentales, qui constitue pourtant, avec l'enseignement, l'essentiel du marché de l'emploi pour les diplômés, c'est-à-dire les praticiens.

D'autre part, nous y reviendrons plus loin, les activités du premier volet ne sont pas suffisamment influencées par l'existence d'interfaces avec d'autres secteurs, comme l'ingénierie ou la médecine, qui sont les voies par lesquelles certaines connaissances de base atteignent l'utilisation.

5.7 L'évolution passée des programmes de premier cycle

Dans la présente analyse des programmes en terme des types de fonctions de travail auxquels ils préparent, nous avons indiqué que les programmes devraient, davantage qu'ils ne le font présentement, tenir compte du fait que les fonctions de travail s'exercent dans le concret et consistent la plupart du temps à appliquer la discipline à des problèmes hors discipline.

Après avoir conclu que les programmes de formation ne sont pas assez influencés par les types de fonctions de travail qu'exerceront les diplômés, on peut se demander quelles sont les forces qui font évoluer les programmes, quels objectifs cette évolution cherche à atteindre.

Pour le voir, il faut encore ici examiner le problème dans son contexte historique. Nous avons déjà souligné l'effort des

années 50 pour amener les sciences fondamentales dans les universités québécoises francophones à un niveau de qualité comparable à celui des grandes universités. Relativement aux Etats-Unis, nous avons même mis sur pied des programmes de premier cycle de très haut niveau, tout à fait comparables par ailleurs à ceux des meilleures universités canadiennes. Il est assez évident en effet que nos programmes de premier cycle en sciences fondamentales sont largement tributaires du modèle Oxford-Cambridge, par l'intermédiaire de leurs copies anglo-canadiennes que nous avons cherché à égaler. Ce fut l'objectif des années 50 à cet égard, et il a été atteint. Il a peut-être même été dépassé par la suite. Nous avons en effet réussi à développer le système, au point d'avoir des programmes, peut-être uniques au monde, où on trouve normal que tous les cours soient dans une discipline ou dans des domaines prérequis, et même dans la partie la plus pure de cette discipline.

La société anglo-canadienne qui a utilisé pourtant de façon importante, à côté du "honours", la formule plus souple du "major" a déjà réagi contre le système que nous venons de décrire, comme en témoigne le rapport McPherson à l'Université de Toronto, et continue à le faire comme l'indique l'étude spéciale N° 28 du Conseil des Sciences du Canada (4).

---

(4) A.D. Boyd et A.C. Gross, Formation et emploi des scientifiques, Information Canada, 1973

Des tentatives ont également été faites, au Québec, pour alléger les programmes et les rendre moins spécialisés. La création de programmes majeure-mineure aurait pu être l'instrument d'une réforme en ce sens. Globalement le milieu universitaire francophone a adopté cette formule et a produit des programmes de majeure comportant 60 crédits dans la discipline, ce qui n'a plus rien de commun avec le "major" anglophone qui peut n'en comporter que 36.

En fait, à de rares exceptions près, les objectifs des programmes spécialisés de premier cycle sont, en pratique, d'atteindre comme niveau terminal celui à partir duquel l'étudiant pourra devenir immédiatement productif en recherche au niveau de la maîtrise. Ces programmes en sont venus à comporter des cours dans chacun des domaines de recherche couverts par les professeurs.

De là la diminution progressive du nombre de cours dans les disciplines voisines, de là également en bonne partie, les réactions du milieu universitaire à la perturbation introduite par la création des CEGEP au niveau d'entrée du premier cycle. Par effet d'entraînement, cette perturbation s'exerçant sur un programme très chargé risquait de modifier le niveau terminal.

En contrecoup sont apparus depuis quelques années des programmes apparemment très libéraux à cet égard. Au delà d'un "tronc commun", ces programmes comportent de longues listes de cours à option, même hors discipline, à partir desquelles l'étudiant se fabrique un programme selon ses goûts et ses besoins.

A l'usage il a bien fallu se rendre compte que la force du système est telle que l'étudiant se spécialise souvent autant que le programme le lui permet.

3.8 La recherche et les programmes d'études supérieures

Comme nous venons de le souligner, l'évolution du premier cycle, après avoir eu des objectifs d'excellence pour l'excellence, a été progressivement canalisée vers des objectifs de préparation à la recherche. En ce sens on peut dire que la recherche est devenue depuis plusieurs années le moteur de l'évolution des programmes en sciences fondamentales, aussi bien aux études supérieures qu'au premier cycle.

Même au niveau des études supérieures, on peut s'interroger sur ce phénomène. D'une initiation à la recherche qu'elle comportait, la maîtrise n'a-t-elle pas évolué jusqu'à devenir un premier Ph.D., simplement moins long que l'autre? La formation en maîtrise et au doctorat déborde-t-elle suffisamment le cadre du sujet de recherche? Ces programmes tiennent-ils suffisamment compte du fait que les diplômés n'oeuvreront vraisemblablement pas en recherche, surtout pas au niveau épistémologique, mais bien davantage au niveau appliqué et même en pratique?

Le fait que les objectifs des programmes aient été à ce point influencés par la recherche n'est pas sans rapport avec l'insistance démesurée mise en sciences fondamentales sur la productivité à court terme des professeurs en recherche. Tout le prestige est là. L'engagement des professeurs se fait sur cette base, de même que leur promotion. Les considérations sur

la qualité de l'enseignement sont marginaux. Voulant accroître leur productivité en recherche, les professeurs ont fait en sorte, plus ou moins consciemment, que les étudiants leur arrivent, en maîtrise, préparés de façon immédiate à s'insérer dans leur programme de recherche.

Au niveau des études supérieures, la même démarche tend, si l'on n'y prend garde, à spécialiser l'étudiant dans son seul sujet de recherche, pour qu'il y produise le plus possible. La production de résultats scientifiques nouveaux risque ainsi de devenir l'unique objectif des programmes d'études supérieures, alors que la formation de l'étudiant doit en rester l'objectif primordial.

Poussée jusqu'à l'absurde, la démarche que nous venons de décrire aboutirait à la constitution d'équipes de recherche où les étudiants ne seraient admis qu'à la condition qu'ils s'insèrent sans perturber l'ensemble dans une des étapes d'un des sujets à l'étude et produisent rapidement les résultats escomptés.

L'encadrement et l'insertion de l'étudiant dans un groupe constituent sûrement une excellente formation au travail d'équipe, où chacun a à résoudre une partie d'un problème. On s'assurera cependant que l'étudiant, progressivement, collabore à l'élaboration du programme de l'équipe, de la méthodologie utilisée, voire du cadre théorique de référence employé et voit dans l'ensemble du problème la place des éléments de solution qu'il apporte.

C'est ainsi qu'il développera son sens de l'initiative, sa créativité et son esprit de synthèse, dans un cadre sur lequel il pourra s'appuyer et dont il pourra utiliser les services. Si la formation par la recherche a une spécificité, c'est celle-là, et c'est cette formation qui est transposable d'un domaine à un autre.

Nous abordons maintenant un autre point important dont doivent témoigner les objectifs des programmes d'études supérieures.

Pendant des années, a été complètement découplé le champ de spécialisation de la formation des domaines dans lesquels le diplômé aurait à oeuvrer par la suite. Le champ de spécialisation était réputé indifférent à cet égard. Au point de vue adéquation au marché de l'emploi, seule la formation acquise elle-même devait préparer à oeuvrer par la suite dans n'importe quel domaine. A de rares exceptions près, il est bien évident que les diplômés ne doivent pas s'attendre à trouver du travail dans le sujet précis de leurs recherches de doctorat. Il est également évident qu'au cours de leur carrière les diplômés auront vraisemblablement à changer de domaine d'activité scientifique, peut-être même à plusieurs reprises. Il faut aussi réaliser qu'il existe un certain marché de l'emploi qui est indifférencié au point de vue champ de spécialisation de la formation.

Il n'est donc pas question de rechercher une adéquation directe entre la formation et chacune des fonctions de travail qu'on est susceptible de rencontrer sur le marché de l'emploi. C'est à un niveau plus global qu'il faut situer l'adéquation.

Il y a, dans chacune des disciplines, des champs de spécialisation pour lesquels il existe une correspondance sur le marché de l'emploi, si on les définit de façon assez large et en relation avec le contexte socio-économique. Ne pourrait-on pas penser à associer à ces champs de spécialisation, jouissant d'une bonne visibilité et susceptibles de recevoir des commandites de recherche et de consultation, des programmes de formation bien structurés, constitués de recherche et d'activités complémentaires couvrant l'ensemble du champ? L'adéquation formation-emploi imposerait des contraintes tant au niveau de l'esprit dans lequel les sujets de recherche sont choisis (sujets plus orientés et plus courts, solutions rapides), qu'au niveau de la détermination des activités complémentaires par lesquelles se ferait l'insertion du programme dans le contexte socio-économique dans lequel ce champ trouve des applications.

Dans le cas de tels programmes, l'étudiant aurait une possibilité raisonnable de trouver un emploi dans son champ de spécialisation, soit comme praticien spécialisé soit comme chercheur en apportant une expertise et un savoir-faire dans le champ de spécialisation en plus de la formation reçue grâce à la recherche. Des programmes obéissant à de tels objectifs existent déjà. Ils constituent cependant, et de loin, l'exception plutôt que la règle.

Il est important de souligner qu'un découpage des disciplines en champs de spécialisation tels qu'on vient de les définir, ne suivra vraisemblablement pas les frontières des subdivisions disciplinaires classiques, qui de toutes façons sont en pleine évolution dans bien des cas.

Dans le contexte actuel, cette formule ne pourrait vraisemblablement pas être généralisée. Il restera des champs de spécialisation, probablement beaucoup moins nombreux qu'on ne serait porté à le penser de prime abord, qui ne se prêtent à aucune activité importante au niveau des applications dans le contexte socio-économique, soit directement soit par l'intermédiaire de leurs interfaces avec d'autres secteurs. Même dans ces cas, le regroupement des activités en champs de spécialisation, avec programmes structurés pour couvrir l'ensemble du champ, présente du strict point de vue formation scientifique des avantages incontestables.

Soulignons en terminant que si nous avons abordé ici le problème de la recherche universitaire et de sa conception, c'était uniquement du point de vue de ces répercussions sur les programmes d'études supérieures et pour souligner la nécessité de dégager des objectifs propres à ces programmes d'études supérieures, objectifs qui ne sont pas nécessairement les mêmes que ceux de la recherche prise en elle-même. Nous reprendrons au chapitre 10 le problème global des objectifs de la recherche universitaire, ainsi que celui de son organisation.

3.9 Les programmes et le marché de l'emploi

Nous avons vu au chapitre 2 quels types de fonctions de travail exercent les diplômés des universités québécoises. Nous avons également vu dans quel sens, selon les diplômés, les programmes de formation devraient évoluer. Ce sont ces deux considérations qui sous-tendent le présent chapitre. Pour éclairer le reste du rapport, il est essentiel d'ajouter à ces deux premières une troisième considération, qui est de nature prospective, et qui concerne à la fois l'évolution probable de la structure du marché de l'emploi et son évolution souhaitable.

Considérons dans cette optique quelques chiffres tirés de l'Etude N° 3 de l'O.S.P. (5). Cette étude classe les diplômés en trois grandes catégories d'emploi: enseignement, professions scientifiques, autres professions (comprenant l'administration). Le tableau 3.1 montre la distribution dans ces trois catégories de l'ensemble des diplômés en 1974 et donne également la distribution pour les premiers emplois en 1970-74.

---

(5) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, Etude particulière N° 3 de l'O.S.P., D.G.E.S., MEQ, Québec, mars 1976.

Tableau 3.1

Répartition des diplômés des universités

catégorie d'emplois	francophones		anglophones	
	premiers emplois 1970-74	ensemble des emplois 1974	premiers emplois 1970-74	ensemble des emplois 1974
enseignement	54,8%	47,6%	27,4%	26,5%
professions scientifiques	32,2%	29,4%	36,3%	24,3%
autres professions (y compris l'administration)	13,0%	23,0%	36,3%	49,2%

NOTE: Pour rendre les deux groupes linguistiques comparables, on a éliminé de l'échantillon pour ce tableau les diplômés d'universités anglophones qui après des études en sciences ont changé de discipline pour aller en médecine par exemple. On a également éliminé de l'échantillon les diplômés des universités anglophones dont l'emploi est hors du Québec. Dans le cas des diplômés des universités francophones, ces deux facteurs sont beaucoup moins importants. Cette double élimination explique pourquoi les chiffres du tableau 2.4 sont différents de ceux du présent tableau qui représente la structure du marché de l'emploi au Québec, pour les diplômés en sciences fondamentales comme tels. Quant aux premiers emplois, on a indiqué ici leur distribution pour la période récente, 1970-74, plutôt que leur distribution pour l'ensemble des premiers emplois des diplômés qui apparaît au tableau 2.8.

Nous avons déjà noté que l'enseignement, spécialement du côté francophone, est un débouché très important. En terme de pourcentage des premiers emplois, l'enseignement a déjà atteint près de 65% chez les francophones (période 1965-69); en terme de pourcentage de l'ensemble des emplois, il a déjà atteint près de 60%, vers 1969. Devant de tels chiffres, on pourrait se dire que les programmes universitaires en sciences fondamentales, du moins en milieu francophone, préparent essentiellement à l'enseignement et que les autres types de fonction de travail sont numériquement trop peu importants pour qu'on veuille les singulariser.

Il faut cependant noter que les chiffres que nous venons de mentionner ont déjà subi des changements notables durant la période la plus récente. En 1970-74, les premiers emplois ne sont plus que de 54,8% dans l'enseignement, pendant que dans l'ensemble des emplois, il n'y en a plus que 47,6% qui sont dans l'enseignement en 1974.

Du côté anglophone, le même phénomène se retrouve, mais de façon très atténuée.

Cette baisse de la proportion des diplômés des universités francophones occupant un emploi dans l'enseignement ne correspond sûrement pas à une diminution du nombre absolu de diplômés oeuvrant dans l'enseignement. Elle révèle plutôt que le nombre des diplômés a augmenté plus vite que le nombre des enseignants.

On peut être assuré que l'enseignement restera un débouché très important et il y a lieu de prévoir des programmes de formation préparant à ce type de carrière. Nous en discuterons au chapitre 7, tout en étant conscient de ce que le problème de la formation des maîtres déborde le cadre de l'Opération Sciences Fondamentales et est présentement à l'étude pour l'ensemble des secteurs.

L'importance de l'enseignement comme débouché pour les diplômés en sciences fondamentales ne doit pas masquer pourtant les autres types de fonctions de travail qui s'offrent aux diplômés, surtout dans une optique de baisse ou à tout le moins de plafonnement de la proportion des diplômés qui oeuvrent dans l'enseignement.

Les professions scientifiques constituent un autre type de fonctions de travail extrêmement important. En 1974, 29,4% des diplômés des universités francophones et 24,3% des diplômés des universités anglophones travaillant au Québec exerçaient ce type de fonctions. On peut se demander si ce type de fonctions de travail est appelé à prendre plus d'importance ou non dans l'avenir au Québec. On peut également se demander si à l'heure actuelle, les diplômés des universités francophones occupent une proportion normale de ce type d'emplois.

Pour répondre à ces deux questions, il y a lieu de qualifier le marché de l'emploi non seulement en termes des catégories que nous utilisons au tableau 3.1, mais également en termes de secteurs d'activité, primaire, secondaire, tertiaire. Ces deux classifications ne sont pas indépendantes l'une de l'autre, loin de là, mais elles donnent des images à des points de vue assez différents pour être complémentaires, surtout à l'occasion de l'étude de la catégorie des professions scientifiques.

Il y a une analyse très fine du marché pour les diplômés en termes de secteur de l'économie dans l'étude N° 3 de l'O.S.F. (5). Par contre, nous avons déjà tiré de l'étude N° 2 une analyse beaucoup plus globale qui, même si elle est moins rigoureuse, suffira pour les fins de la présente discussion. Nous avons vu en effet au chapitre 2, paragraphe 2.4, que plus de 80% des diplômés des universités francophones travaillent dans les institutions d'enseignement ou dans les institutions gouvernementales et paragouvernementales. Les fonctions de travail qu'ils y exercent sont plutôt dans le secteur tertiaire, celui des services, que dans les autres secteurs. Moins de 20% des diplômés des universités francophones sont dans l'industrie privée, alors que près de 40% des diplômés des universités anglophones y sont. Ces chiffres sont tout à fait cohérents avec ceux de l'étude N° 3.

On peut sans doute expliquer ce phénomène sociologique assez facilement. Le francophone se sent plus à l'aise dans un milieu dont il a l'impression d'avoir le contrôle politique, où il est majoritaire. Par ailleurs les affaires et l'industrie font piètre figure dans le système de valeurs traditionnelles des québécois francophones. Spontanément les diplômés des universités anglophones prendront une part plus importante de ce marché de l'emploi. Cette structure du marché aura tendance à se perpétuer d'elle-même. Les anglophones en milieu industriel seront portés à engager d'autres anglophones, dont ils connaissent bien la mentalité et avec lesquels le contact sera plus facile. Parallèlement les jeunes diplômés des universités anglophones auront peu tendance à aller du côté du secteur tertiaire, où ils se sentent minoritaires. La même tendance au conservatisme vaudra, mutatis mutandis, du côté francophone.

Il ne faut pas oublier par ailleurs que le marché de l'emploi au Québec en sciences fondamentales est alimenté non seulement par les diplômés des universités québécoises, mais également par les diplômés de l'extérieur qui immigrent au Québec. Compte tenu de cette dernière contribution et de la contribution des diplômés des universités anglophones du Québec, il apparaît que les diplômés des universités francophones occupent une part très faible des emplois dans le secteur industriel et commercial. Les diplômés des universités francophones n'ont sûrement pas fait leur part dans le développement de ce secteur. Il faut prendre les moyens pour remédier à cette lacune. Les programmes de formation peuvent y contribuer de façon importante.

En effet, les programmes actuels de formation universitaire en milieu francophone sont évidemment un reflet de la situation de fait; ils ne sont guère tournés vers l'industrie, ils n'incitent pas les étudiants à entreprendre une carrière dans ce secteur, la pratique scientifique industrielle, comme type de fonction de travail, n'y est guère valorisée.

Par contre, dans une optique de plafonnement du développement des services, au moment où on sent que le Québec devrait faire porter ses efforts dans le sens du développement de son secteur secondaire, c'est pourtant la pratique scientifique dans le secteur secondaire qui est le plus appelée à prendre de l'importance comme débouché. Beaucoup plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici, les programmes de formation en milieu francophone doivent viser à former des praticiens de la science, d'abord pour un marché qui existe déjà et que les francophones négligent, mais également pour le marché de l'emploi de demain.

Si les institutions francophones continuent à vouloir former des chercheurs qui dans les faits deviennent enseignants ou font carrière dans les services gouvernementaux, le secteur secondaire continuera à être alimenté par les scientifiques formés dans les universités anglophones ou en dehors du Québec. Ces deux contributions sont extrêmement précieuses pour le développement du Québec, mais les québécois francophones devraient également y faire leur part. Ces préoccupations existent déjà à quelques endroits en milieu francophone, mais elles ne touchent pas encore, loin de là, la majorité des étudiants.

On peut même penser que ce n'est que parallèlement à ce marché et à sa pénétration massive par le groupe francophone que l'on peut espérer voir grandir spontanément de façon significative le nombre de postes de chercheurs occupés par les francophones. D'autres facteurs peuvent accroître le volume de la recherche. Nous proposerons dans le présent rapport la mise sur pied de centres péri-universitaires de recherches appliquées, qui auront cet effet. Il ne faut pas négliger pour autant le dynamisme interne du marché de l'emploi dont on ne peut pas espérer voir croître la partie recherche sans occuper la partie pratique scientifique.

Une telle réorientation des objectifs des programmes a des répercussions importantes au niveau de l'organisation des programmes, comme nous le verrons au cours des prochains chapitres. Elle en a peut-être davantage au niveau de l'attitude des membres du corps professoral, sans lesquels aucune réforme n'est évidemment possible. La valorisation d'un type de fonctions de travail ne se fait qu'en faible partie au niveau de

l'organisation des programmes, qui au mieux ne peut que la rendre possible. Elle se fait bien davantage par l'attitude du professeur, par l'importance qu'il y accorde, par le sentiment qu'il transmet d'appartenance à un milieu où la science s'incarne dans les réalités socio-économiques et où elle a un rôle à jouer. Ce n'est pas en faisant des recommandations qu'on arrive à ce résultat. Ce n'est qu'en donnant une voix aux membres du corps professoral qui sont prêts à oeuvrer dans cette direction.

Un autre domaine vers lequel les diplômés des universités francophones se dirigent beaucoup moins que les diplômés des universités anglophones est le domaine des "autres professions" auxquelles donne accès une formation en sciences fondamentales: 23% des diplômés des universités francophones sont dans ce domaine, 49.2% des diplômés des universités anglophones. Chez les jeunes diplômés, durant la période 1970-74, 13% des diplômés des universités francophones et 36,3% des diplômés des universités anglophones se sont dirigés dans ce domaine pour leur premier emploi.

Ce domaine comprend l'administration à laquelle on accède généralement non pas comme premier emploi, mais après un passage plus ou moins long dans l'une des professions scientifiques; c'est le cas de 16,1% des diplômés des universités francophones et de 28,0% des diplômés des universités anglophones.

Le reste du domaine est très diversifié et compte 6,9% des diplômés des universités francophones et 21,2% des diplômés des universités anglophones. Le tableau 2.7 du chapitre 2 donne la distribution de ces "autres professions" en dehors de l'administration dans l'ensemble des diplômés des universités

anglophones. Ce tableau est révélateur en soi, mais ne peut guère servir dans la présente analyse du marché de l'emploi au Québec. En effet, pour le tableau 2.7, contrairement à ce que l'on a fait pour les données que nous étudions présentement, on a considéré l'ensemble des diplômés des universités anglophones, même ceux qui n'exercent pas leur profession au Québec, et même ceux qui ont changé de discipline de formation en cours d'études, par exemple en faisant un cours de médecine après un B.Sc. On y notera incidemment l'importance des professions médicales, qui ne constituent pas directement un débouché pour les diplômés en sciences fondamentales. Même les autres catégories apparaissant au tableau 2.7 ne constituent pas une bonne description de cet ensemble "autres professions" en dehors de l'administration. Elles n'en indiquent que la diversité. Pour en obtenir une description fine, il aurait fallu utiliser un code beaucoup plus détaillé et spécifique à cette fin.

Le rapport Boyd et Gross (6) fait état à plusieurs reprises de ces professions non traditionnelles pour les diplômés en sciences fondamentales qui font carrière hors des professions scientifiques proprement dites, hors de l'enseignement et hors de l'administration. Les professions que nous qualifierons de para-scientifiques dans le présent rapport en sont des exemples. Il y en a d'autres et elles seront de plus en plus nombreuses. Durant la période 1970-74, 27,9% des diplômés des universités anglophones qui ont eu un premier emploi au Québec sont dans cette catégorie.

---

(6) A.D. Boyd et A.C. Gross, Formation et emploi des scientifiques, Conseil des Sciences du Canada, Etude spéciale N° 28, 1973.

Il y a encore ici tout un ensemble de professions vers lesquelles les diplômés des universités francophones ne se dirigent pratiquement pas: 6,9% de l'ensemble des diplômés se retrouvent dans ces carrières non traditionnelles. Nous estimons que cette situation ne se corrigera que si les institutions francophones offrent des programmes qui tiennent compte de ces possibilités et en informent adéquatement les étudiants.

En résumé,

- l'enseignement,
- la recherche,
- la pratique scientifique à tous ses niveaux de spécialisation et dans tous les secteurs d'activité,
- les professions para-scientifiques et autres professions non traditionnelles auxquelles la formation scientifique donne accès,

constituent les types de fonctions de travail auxquels les programmes de formation en sciences fondamentales devraient préparer, dans des proportions compatibles avec les données disponibles sur l'état du marché et son évolution probable.

RECOMMANDATION

3.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les objectifs des programmes de formation en sciences fondamentales soient redéfinis de façon à tenir compte des types de fonctions qu'exercent les diplômés et du contexte dans lequel sont situées ces fonctions.

CHAPITRE 4 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU PREMIER CYCLE

4.1 Objectifs

Jusqu'à maintenant, d'une façon générale, la formation au premier cycle en sciences fondamentales avait pour objectifs l'acquisition de connaissances et la préparation à des études plus avancées au niveau de la maîtrise et du doctorat. Dans ce contexte, on considère souvent même que les études forment un continu allant du début du 1er cycle jusqu'à la fin du 3ième et que, normalement, il est nécessaire d'avoir terminé le doctorat pour vraiment maîtriser une discipline scientifique. Dans cette perspective, toutefois, on cherche quand même à donner au 1er cycle une certaine autonomie et une certaine identité. Pour atteindre ce but, on dit que le 1er cycle doit contenir un ensemble de connaissances de base suffisamment complet pour que le diplômé soit en mesure de porter le nom de chimiste, physicien ou autre.

Cet état de chose est le fruit d'une certaine tradition et résulte du fait qu'il est de la nature même des sciences fondamentales de s'appuyer principalement sur un ensemble de concepts fortement structuré. Même si la nature des sciences fondamentales n'a pas changé, les objectifs poursuivis par les étudiants ont certainement changé eux.

Comme nous l'avons vu au chapitre 2, la poursuite aux études supérieures a beaucoup diminué au cours de la dernière décennie. Environ le tiers des étudiants en sciences fondamentales poursuivent à la maîtrise, et environ dix pour cent au doctorat.

On reconnaît maintenant qu'il existe en sciences fondamentales deux niveaux d'activité: le niveau épistémologique et le niveau opératoire. Le premier porte sur le traitement et le développement des connaissances scientifiques, le second s'intéresse à l'utilisation des sciences dans la société. Jusqu'à maintenant, les activités en sciences fondamentales dans l'université, et même en partie hors de l'université, mettaient essentiellement l'accent sur le caractère épistémologique, le caractère opératoire étant censé venir de surcroît comme on a cru pouvoir le démontrer historiquement après coup avec les exemples du transistor, de l'ordinateur et d'autres. Il était tout naturel que les programmes universitaires de formation empruntent la même logique. Même si l'étudiant était appelé à oeuvrer au niveau opératoire, il était formé essentiellement au niveau épistémologique. Les idées à ce sujet sont présentement en pleine évolution. Tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du milieu des sciences fondamentales, on voit se dessiner une nouvelle tendance selon laquelle on est porté de plus en plus à accorder la priorité au niveau opératoire, tout en reconnaissant que ce dernier s'appuie sur le niveau épistémologique.

Cette attitude est bien compréhensible au seuil de l'ère de la société dite post-industrielle qui fera un appel croissant au caractère opératoire des sciences fondamentales dans une multitude de secteurs d'activité. Ce besoin se reflète d'ailleurs dans la clientèle étudiante nombreuse qui est maintenant appelée dans tous les pays à fréquenter les programmes universitaires de formation en

sciences fondamentales. La majorité de ces étudiants se destine à des activités au niveau opératoire: la minorité seulement, tout comme autrefois, peut songer à se livrer plus tard à des activités au niveau épistémologique.

Aux considérations qui précèdent, il faut ajouter, en convergence, l'opinion des diplômés engagés sur le marché du travail. En effet, l'ensemble des enquêtes menées auprès des diplômés montrent que les scientifiques sur le marché du travail estiment que leur programme de formation n'était pas suffisamment axé sur l'insertion de leur discipline dans le concret.

Il n'est plus possible de penser qu'un étudiant puisse passer trois ans à assimiler une discipline sans être informé des possibilités de carrières dans cette discipline et sans être mis en contact en profondeur avec quelques applications de cette discipline.

Il paraît donc nécessaire que les objectifs du 1er cycle soient conçus d'abord et explicitement en termes de types de fonctions, de carrières, d'occupations. Disons tout de suite, pour lever toute ambiguité qui pourrait survenir, qu'il ne s'agit pas ici d'une formation technique en vue de fonctions précises et définies à exercer. Il serait d'ailleurs impossible d'atteindre un tel objectif, la variété des fonctions étant considérable. Il s'agit plutôt ici, plus exactement, d'une formation qui a constamment le souci de l'utilisation des connaissances, du caractère opératoire des sciences fondamentales, de la préparation au travail et, lorsqu'elle est

plus spécifique, qui s'intéresse à des classes ou à des types de fonctions, les mots classe et type étant des mots sur lesquels il est essentiel d'insister pour comprendre l'idée exprimée ici. On peut concevoir, d'une part, des occupations scientifiques à titre de praticiens et, d'autre part, des occupations para-scientifiques, dans des domaines connexes aux sciences: documentation, traduction, journalisme, sociopolitique, pour citer les principaux domaines connexes identifiés dans le cadre de l'Opération Sciences Fondamentales. Les deux autres domaines connexes identifiés dans l'O.S.F., l'environnement et les services de santé, constituent des occupations scientifiques et seront traités comme des domaines d'application des sciences fondamentales.

Il s'agit en somme dans notre contexte d'une nouvelle conception ou mieux d'une redécouverte du rôle des sciences fondamentales dans la société et d'une nouvelle formation universitaire pour atteindre cette fin.

Au premier cycle, la pédagogie contemporaine prévoit, entre autres, trois types de programmes qu'on qualifie respectivement de:

a) "subject matter oriented"
b) "career oriented"
c) "student oriented"

L'O.S.F. constate qu'à l'heure actuelle, les programmes de premier cycle en sciences fondamentales sont surtout de la première catégorie. Etant donné la nature des sciences fondamentales,

il est bon qu'en bonne partie les programmes demeurent "subject matter oriented" ou axés sur la discipline. Toutefois, l'O.S.F. insiste pour qu'une nouvelle dimension soit ajoutée, sous forme de cours d'application et de sensibilisation, pour les rendre également "career oriented" ou axés sur la carrière. Il est bien entendu que les règlements pédagogiques doivent avoir la souplesse voulue pour les rendre au besoin "student oriented" ou axés sur l'étudiant.

Tout en reconnaissant qu'un premier cycle en sciences fondamentales est d'abord axé sur l'assimilation de la base de la discipline, il y a lieu, après avoir redéfini les objectifs des programmes de premier cycle pour y insérer le type de préoccupations envisagées plus haut, d'indiquer les moyens à mettre en oeuvre pour y parvenir.

La plupart des diplômés du 1er cycle, les enseignants mis à part, sont appelés à devenir des praticiens utilisant l'une des disciplines scientifiques dans des situations concrètes. La formation à ce niveau doit donc être essentiellement unidisciplinaire pour permettre l'acquisition d'une maîtrise suffisante de la discipline en vue de son utilisation au travail.

Elle doit comporter trois parties, les deux premières étant intimement reliées entre elles:

- l'étude de la base de la discipline et des autres disciplines;

- des éléments portant sur les applications de la discipline;

- des éléments d'ouverture sur le contexte socio-économique et sur les autres activités susceptibles d'être rencontrées au travail et dans la vie active.

La partie du programme portant sur la base de la discipline est bien sûr la plus importante quantitativement et qualitativement. Toute formation en sciences fondamentales est évidemment axée sur l'assimilation de la base d'une discipline. Toutefois, les deux autres parties du programme sont essentielles pour donner à l'étude de la discipline son sens et son orientation.

A la formation dans la base de la discipline et dans sa méthodologie propre, doit s'ajouter une autre formation, celle de l'entraînement au transfert des connaissances acquises à des situations concrètes où la solution des problèmes est commandée par des impératifs socio-économiques et non par un désir d'approfondissement des connaissances. Il ne s'agit évidemment pas ici de tenter de couvrir l'ensemble des applications que l'étudiant est susceptible de retrouver plus tard en cours de carrière: les applications sont trop nombreuses et l'ensemble de celles qui servent en pratique est appelé à se modifier continuellement. Il ne s'agit pas non plus de se limiter à un domaine étroit d'applications que l'on voudrait couvrir. Si on le faisait, on arriverait à une spécialisation dans un seul domaine d'application, spécialisation dont la pertinence serait généralement fort aléatoire, compte tenu de l'imprécision et des variations dans la demande du marché du travail.

C'est au mécanisme même du transfert des connaissances et de leur utilisation qu'il faut initier l'étudiant. Un certain apprentissage de ce transfert doit faire partie de la formation initiale. Cet apprentissage ne peut se faire, cela va de soi, qu'à l'occasion de l'étude de cas particuliers d'applications. Ces cas seront choisis en fonction de leur valeur exemplaire dans le cadre de la formation recherchée et avec le souci de couvrir les voies les plus riches d'application de la discipline. Dans ce contexte où un choix s'impose, les institutions voudront privilégier certains domaines d'application, en relation avec leurs axes de développement par exemple, sans pour autant négliger les autres domaines.

Il ne sera pas toujours possible de séparer nettement ces études d'applications de l'étude de la base de la discipline. Cela est heureux: l'objectif visé n'est pas de constituer deux ensembles étanches: base de la discipline d'une part et applications d'autre part. A l'intérieur d'un même cours, les deux éléments pourront être présents: il en existe certains exemples dans les programmes actuels. Dans l'esprit de l'O.S.F., ces deux ensembles forment un tout et l'objectif à atteindre est d'assurer que la composante applications existe vraiment, de lui donner une certaine visibilité, une certaine importance et une certaine diversification dans ce tout. Pour y arriver, l'étude de certaines applications pourra être incorporée dans des cours de la base de la discipline. Par contre, et c'est là que l'effort à faire est le plus considérable, des cours devront avoir l'apprentissage du transfert des connaissances de base vers les applications comme objectif spécifique.

Cet apprentissage peut évidemment prendre plusieurs formes: cours dans des sujets plus appliqués de la discipline, séminaires, visites industrielles. On devrait même songer, dans certains cas, à créditer le travail d'été fait par un étudiant.

Le système coopératif qui existe à l'université de Sherbrooke comporte des stages sous surveillance qui constituent une expérience intéressante dans le cadre de l'apprentissage au transfert des connaissances en situations concrètes. A la lumière des résultats de l'évaluation qu'a demandée le Conseil des universités et que subventionne le ministère de l'Education, il serait intéressant d'étudier les mérites et les modalités d'une intégration plus poussée des stages à l'ensemble de la formation et d'attribuer, le cas échéant, des crédits à ces stages.

Une autre formule à retenir, qui nous semble particulièrement apte à familiariser l'étudiant au mécanisme du transfert, est l'étude en profondeur et en totalité d'un problème socio-économique concret à la solution duquel la discipline contribue. Cette étude, pour être complète, devrait comprendre:

- l'identification, dans l'ensemble des implications du problème, du rôle que la discipline peut y jouer et de la part qu'elle peut en résoudre;
- la formulation du problème, ainsi circonscrit, dans la méthodologie de la discipline;
- la solution du problème ainsi formulé;
- l'étude des répercussions de cette solution dans la situation concrète.

Il n'est pas nécessaire que chaque étudiant ait à traiter un problème différent. Pour réduire l'ampleur de la tâche, une classe pourrait être divisée en un petit nombre d'équipes ayant chacune un problème à étudier. D'autres formules pédagogiques pourraient évidemment être utilisées. L'expérimentation s'impose dans ce domaine.

Pour l'ensemble de la composante applications, c'est évidemment au corps professoral régulier qu'incombe la responsabilité de mettre ces activités sur pied. Pour le seconder, il y aurait tout intérêt à utiliser le concours de professeurs des secteurs appliqués et de scientifiques oeuvrant dans la pratique, et ce, sous forme de conférences, séminaires, cours ou partie de cours, visites industrielles, etc. Les modalités de cette collaboration varieront, mais elles sont nombreuses.

Durant son programme d'études, l'étudiant viendra ainsi en contact avec des applications de plusieurs types, dans plusieurs domaines. Il sera ainsi non seulement formé dans sa discipline mais également apte à utiliser sa formation et à transférer ses connaissances dans son futur contexte de travail.

La formation de premier cycle doit également comporter une composante de sensibilisation au contexte du travail scientifique. Le contexte dans lequel le praticien sera appelé à exercer ses fonctions prendra une importance de plus en plus grande relativement à celles-ci. Ainsi certains affirment, au sujet du marché du travail pour les diplômés en sciences, que les services dans le secteur public seront plus importants que la fabrication de biens matériels. Il

est donc hautement souhaitable de sensibiliser l'étudiant aux implications sociales de la science, à court, à moyen et à long terme. La formation traditionnelle n'a pas atteint ce but; il est en effet difficile de réfuter la conception courante selon laquelle en général le scientifique s'intéresse peu au milieu qui l'entoure.

La sensibilisation au contexte dans lequel la science exerce son rôle dans la société ne doit évidemment pas se limiter à un niveau aussi global, tout important soit-il; elle doit s'incarner dans le contexte particulier du travail scientifique proprement dit. La pratique scientifique ne s'exerce pas en vase clos; elle est en interaction avec d'autres secteurs d'activités. C'est à ces interactions qu'il y aurait lieu de sensibiliser l'étudiant de sciences fondamentales. Le contexte de travail sera en partie spécifique à la discipline et en partie indifférencié à cet égard. La composante "sensibilisation" du programme devra en tenir compte et mettre l'accent sur les interactions les plus importantes. A cet égard on pense d'abord tout naturellement aux domaines connexes identifiés dans le cadre d'O.S.P.: sociopolitique des sciences, documentation, traduction, communication. On peut penser aussi à l'environnement dans le sens où il peut intéresser indifféremment toutes les disciplines scientifiques, par opposition au sens où il constitue une application spécifique d'une discipline. On peut penser enfin à des sujets spécifiques aux disciplines. En effet, les exemples que nous venons de mentionner peuvent ne pas être les plus importants pour une discipline donnée; d'autres types d'interactions pourront être privilégiées,

interactions de type économique, juridique, social: l'économique de la chimie, les brevets, la physique et la chimie médico-légales, en seraient des exemples.

Le problème est à étudier au niveau de l'ensemble des sciences fondamentales et au niveau de chaque discipline en particulier. Il s'agira d'identifier les interactions les plus importantes et de constituer un répertoire de cours spécifiques dans lequel l'étudiant choisira ceux qui répondent le mieux au contexte de travail prévalant dans la pratique de sa discipline.

Le nombre de cours ou autres activités de sensibilisation devrait être assez restreint pour assurer une clientèle assez dense. Plusieurs des éléments de sensibilisation pourraient être communs à tous les programmes de formation dont nous traiterons dans ce chapitre.

Nous sommes bien conscients que ces cours ne sont pas faciles à mettre sur pied. C'est pourquoi les recommandations du présent chapitre sont modestes quant au nombre de crédits de cours de sensibilisation. Ces objectifs proposés, même modestes, pourraient ne pas être atteints immédiatement. Dans l'intervalle, ces crédits devraient être pris à même une liste constituée de cours qui, même s'ils n'ont pas comme objectif spécifique de sensibiliser au contexte de travail du scientifique, seraient ceux des cours existants en dehors des sciences fondamentales qui se rapprochent le plus de cet objectif. Dès qu'ils seront disponibles, des cours spécifiques leur seront substitués.

En plus de ces trois composantes au niveau du premier cycle, l'O.S.F. estime qu'il est important, comme cela se fait de façon quasi générale au Québec maintenant, de donner à l'étudiant la possibilité de prendre des cours complètement libres au point de vue choix.

Si cette dernière composante est assez faible, on peut élaborer, à l'aide des trois autres composantes, un programme dont le niveau d'approfondissement dans la discipline est assez élevé, conduisant comme tel à l'obtention d'un baccalauréat spécialisé dans telle ou telle discipline, tout en constituant une préparation adéquate à un large éventail de fonctions en pratique scientifique. Nous définissons plus loin le niveau d'approfondissement de ce programme.

Le baccalauréat spécialisé ne doit pas être le seul type de programme en sciences fondamentales. Nous croyons qu'il est extrêmement important d'utiliser les deux types de programmes existants, baccalauréat avec majeure et baccalauréat spécialisé, pour définir clairement deux niveaux de formation à l'égard de la discipline, et cela tant dans les universités francophones que dans les universités anglophones.

Ces deux niveaux répondent à des besoins différents chez les étudiants, l'expérience nord-américaine devrait l'avoir suffisamment démontré. Nombre d'étudiants intéressés par une formation scientifique n'ont pas la motivation pour poursuivre leurs études jusqu'au niveau spécialisé. Se priver du niveau de la majeure, comme on le fait présentement, en pratique dans les universités francophones c'est, d'une part, refuser aux

étudiants un service auquel ils ont droit et, d'autre part, renoncer à une masse de clientèle sur laquelle pourrait s'appuyer le développement du secteur des sciences fondamentales.

Traditionnellement, dans les universités anglophones, c'est l'inverse qui se produit. Le baccalauréat avec majeure est très répandu et très fréquenté. Cependant, c'est le baccalauréat spécialisé qui n'existe pas et dont les étudiants sont privés. En effet, le baccalauréat avec majeure est mal défini; il peut s'étendre à l'égard de la formation disciplinaire jusqu'au niveau d'un baccalauréat spécialisé sans en donner la reconnaissance à l'étudiant. Il existe, bien sûr, le baccalauréat "honours" que les universités anglophones peuvent conserver si elles le désirent, pour des raisons de tradition, bien que des universités canadiennes, comme celle de Toronto, ont fait des tentatives pour s'en départir à la fin des années soixante. Le baccalauréat "honours" ne peut pas jouer le rôle du baccalauréat spécialisé; étant ultra-spécialisé et exigeant un niveau de réussite très élevé, il ne peut accueillir qu'une infime minorité d'étudiants.

Il importe donc, croyons-nous, d'offrir deux niveaux d'approfondissement dans la discipline conduisant à deux baccalauréats distincts, non pas tant pour clarifier la situation à l'égard de l'employeur éventuel que pour établir avec une grande visibilité dans le milieu universitaire deux ensembles distincts d'objectifs répondant à des besoins différents chez les étudiants.

4.2 Organisation

Nous traiterons successivement dans ce qui suit du programme spécialisé pour la formation de praticiens se destinant à des occupations scientifiques, du programme avec majeure et de la formation pour les domaines para-scientifiques. Nous aborderons ensuite brièvement la question de la formation multidisciplinaire et celle de la formation générale. Quant au cas particulier de la formation des maîtres du niveau préuniversitaire, il sera traité plus loin au chapitre 7.

4.2.1 Programme spécialisé

En plus d'identifier les composantes du programme comme nous l'avons fait plus haut, il y a évidemment lieu d'indiquer leur poids relatif dans le seuil qui définit le programme spécialisé. C'est la façon la plus concrète de décrire à la fois le niveau correspondant d'approfondissement de la discipline et les objectifs du programme.

Le programme spécialisé comporte

a) au moins 65 crédits dans la discipline et les disciplines associées dont:

- au moins 48 crédits dans la base de la discipline et les autres disciplines indispensables avec le souci des applications dans chaque cours;

- au moins 12 crédits de cours distincts d'applications de la discipline, avec la collaboration de professeurs des secteurs appliqués et professionnels, et de scientifiques sur le marché du travail, comprenant au moins 5 crédits pour l'étude en profondeur d'un problème socio-économique concret en dernière année;

b) au moins 10 crédits tirés d'un bloc de cours de sensibilisation comprenant entre autres sujets: la sociopolitique des sciences, la documentation, la traduction, la communication, l'environnement au sens général, et certains sujets spécifiques à la discipline;

c) au moins 6 crédits au choix.

Ce programme ne serait pas nécessairement terminal et pourrait être suivi d'une maîtrise pour une partie des diplômés, comme nous le verrons plus loin.

On peut mentionner, entre autres, trois domaines d'applications pour ce programme. Il y a d'abord les services de santé qui font déjà appel à des scientifiques. Toutes les disciplines, physique et mathématiques aussi bien que chimie, biochimie et biologie, seront sans doute appelées à jouer un rôle de plus en plus grand dans le domaine des services de santé. De plus, ces derniers utilisent déjà des professionnels (audiologistes, orthophonistes) dont la formation pourrait peut-être se situer dans un cadre comme celui-là.

Il y a ensuite l'environnement où les crédits réservés aux applications porteraient sur l'application à un aspect de l'environnement.

Il y a aussi les sciences de la terre, comme la géophysique, la météorologie et l'océanographie, qui peuvent fournir à toutes les disciplines d'inépuisables domaines d'application.

Enfin, chaque discipline possède également des domaines spécifiques d'application.

La formation que nous venons de décrire, malgré son caractère tourné vers les applications, ne ferait pas double emploi avec un 1er cycle en ingénierie. Les fonctions de praticien en sciences fondamentales et celles d'ingénieur ne sont pas les mêmes. Etant donné le développement considérable du secteur tertiaire de l'économie et la variété des occupations dans la société post-industrielle faisant appel à une formation et à des connaissances scientifiques, il y a place pour des praticiens formés en sciences fondamentales en plus de ceux qui sont formés en ingénierie. D'ailleurs les deux types de formation sont traditionnellement très différents et s'appuient sur des méthodologies distinctes.

Certains types de pratique exigeront une formation plus poussée que celle que nous venons de décrire. Nous les retrouverons plus loin, jusqu'au doctorat de recherche inclusivement. Par contre, le programme décrit plus haut, compte tenu de son ouverture vers les applications de la discipline, prépare déjà à un important éventail de fonctions.

Certains objecteront que l'ouverture du programme de 1er cycle préconisée plus haut vers les applications et, surtout, au profit de la sensibilisation devra se faire au détriment de la discipline. La chose est certaine. Mais la question qui importe est celle de savoir quels en seront les effets.

Les effets bénéfiques ont déjà été exposés. Certains prétendront que le "niveau terminal" du baccalauréat spécialisé au Québec sera abaissé suite à la réforme proposée et qu'on éprouvera des difficultés à l'égard de la reconnaissance de nos diplômés par la communauté nord-américaine. Nous croyons qu'un examen critique du niveau terminal tant du baccalauréat américain qui est en général un "major", que du deuxième cycle français devrait apaiser bien des inquiétudes. Le baccalauréat "honours" de certaines universités canadiennes serait peut-être plus fort; encore faudrait-il examiner de plus près les tendances récentes suite au rapport McPherson d'il y a quelques années à Toronto, et plus récemment suite à une étude spéciale du Conseil des sciences (1). De plus, il ne faudrait pas oublier que, dans la plupart des universités canadiennes, la majorité des étudiants en sciences fondamentales suivent un programme du type "Major".

4.2.2 Programme avec majeure

L'étude d'une discipline scientifique peut se situer à divers niveaux d'approfondissement. Ces derniers sont déterminés, d'une part, par l'intérêt que l'étudiant porte à l'étude de la discipline et, d'autre part, par l'objectif poursuivi, c'est-à-dire le type d'occupation envisagé. En réalité, ces deux facteurs qu'on pourrait appeler interne et externe respectivement, sont fortement couplés. En pratique, l'étudiant commence ses études sans se fixer un plafond défini, puis à un moment donné il arrête le niveau qu'il atteindra selon ses goûts et sa motivation, en tenant compte aussi des débouchés disponibles.

---

(1) A.D. Boyd et A.C. Gross, Formation et emploi des scientifiques, Conseil des Sciences du Canada, Etude spéciale N° 28, 1973.

Il existe dans la tradition universitaire nord-américaine un programme appelé "Major". Ce programme est très répandu d'ailleurs, tant aux Etats-Unis,où il constitue la version habituelle du 1er cycle en sciences, que dans les universités canadiennes de langue anglaise. Rappelons brièvement que dans la tradition américaine, l'université ou le "college" était le lieu où l'étudiant venait chercher une "general education". C'est dans ce contexte que le "Major" s'est développé en formant une concentration dans une discipline ne devant pas dépasser un certain niveau. Alors que dans la tradition européenne, et française en particulier, la formation générale est terminée au lycée, et le programme universitaire de 1er cycle est d'emblée carrément spécialisé.

Indépendamment de ce contexte culturel, on peut constater que le programme "Major" par sa concentration, d'une part, peut être placé au seuil des programmes spécialisés. Le titre du diplôme d'ailleurs fait mention de la discipline, et la société considère les diplômés comme des spécialistes en les classant comme tels, par exemple, dans les statistiques nationales. D'autre part, le programme "Major" ne consacre qu'une partie des crédits à la discipline. L'autre partie des crédits, qui est appréciable, peut alors servir, dans le contexte actuel, à poursuivre deux objectifs fréquemment proposés: la liberté de choix de l'étudiant dans la fabrication de son programme et l'ouverture de ce dernier sur des matières en dehors des sciences. Ces deux éléments nous semblent conserver au programme "Major" toute son actualité. De plus, il est fréquenté par une clientèle nombreuse, la plus nombreuse en fait, tant aux Etats-Unis que dans les universités anglophones du Canada et du Québec

en particulier. Pour autant, il semble répondre, tout au moins d'un point de vue empirique, à un besoin sur le marché du travail. Par conséquent, le programme "Major" devrait continuer à exister dans les universités anglophones du Québec. A toute fin pratique, il n'a jamais été essayé en milieu francophone. Il devrait être mis sur pied sans délai dans les universités québécoises francophones sous le titre de "programme avec majeure". Il ne s'agit évidemment pas ici du programme majeure-mineure implanté récemment dans les universités francophones et dont nous parlerons plus loin dans le paragraphe sur la formation multidisciplinaire.

Le programme avec majeure comporte

a) au moins 50 crédits dans la discipline et les disciplines associées dont:

- au moins 39 crédits dans la base de la discipline et les autres disciplines indispensables avec le souci des applications dans chaque cours;

- au moins 6 crédits de cours distincts d'applications de la discipline, avec la collaboration de professeurs des secteurs appliqués et professionnels, et de scientifiques sur le marché du travail;

b) au moins 10 crédits tirés d'un bloc de cours de sensibilisation comprenant entre autres sujets: la sociopolitique

des sciences, la documentation, la traduction, la communication, l'environnement au sens général, et certains sujets spécifiques à la discipline;

c) au moins 20 crédits au choix

C'est dans le cadre du baccalauréat avec majeure qu'on peut trouver toute la souplesse requise pour les programmes "student oriented". En traitant du programme para-scientifique dans le paragraphe suivant, l'O.S.F. ne fait que souligner une voie particulière.

4.2.3 Formation pour les domaines para-scientifiques

Il existe des domaines, qu'on peut appeler para-scientifiques, où l'activité, sans être scientifique, fait appel à des connaissances ou à une formation scientifiques.

Parmi les domaines para-scientifiques identifiés dans le cadre de l'O.S.F., la formation dont il est question dans ce paragraphe intéresse la documentation, la traduction, la communication et la sociopolitique des sciences, puisque les deux

autres, environnement et services de santé, ont été traités plus haut comme des domaines d'application dans le cadre de la formation des praticiens.

Ces domaines para-scientifiques sont ceux que l'O.S.F. a déjà identifiés. Il y en a sûrement d'autres qui viendront s'ajouter à cette liste qui ne se veut nullement exhaustive.

Pour les domaines para-scientifiques en général, on peut envisager une formation au premier cycle dans le cadre du programme avec majeure. Cette formation doit viser à une préparation générale des étudiants plutôt qu'à la formation de spécialistes, étant donné la part importante que doit prendre la formation scientifique et la part relativement faible qui reste disponible pour le domaine para-scientifique. Toutefois, bien qu'il s'agisse d'une initiation au domaine para-scientifique, la part réservée à celle-ci serait naturellement beaucoup plus grande et plus concentrée que celle de la sensibilisation dans le cas du programme spécialisé pour la formation de praticiens dans une des disciplines scientifiques. Pour former des spécialistes dans les domaines para-scientifiques, il faudrait avoir recours à une formation spécialisée au niveau du 2e cycle.

Le nombre de personnes oeuvrant dans les domaines para-scientifiques n'est pas très élevé. Toutefois, il faut être conscient que la durée de la carrière dans ces domaines peut être courte et que le diplômé peut se retrouver assez rapidement dans des occupations qui ne s'appuient pas sur les sciences.

On peut considérer les domaines para-scientifiques en partie comme des carrières de transition. Par conséquent, le nombre de débouchés est relativement grand par rapport à l'importance numérique du marché et on peut supposer que la formation en question est susceptible de s'adresser à un bon nombre d'étudiants.

La partie de ce cheminement consacrée à la discipline scientifique est essentiellement celle du programme avec majeure décrit plus haut. Toutefois, l'autre partie est concentrée autour d'un domaine para-scientifique au lieu de pouvoir être consacrée à une variété de sujets.

Par ces domaines para-scientifiques, les sciences fondamentales peuvent contribuer d'une façon particulière à l'ensemble des activités de la société comme il a été mentionné au chapitre 1. C'est pourquoi il nous paraît important de favoriser leur développement.

4.2.4 Un répertoire de cours de sensibilisation

Les programmes décrits plus haut supposent l'existence d'un répertoire stable de cours de sensibilisation entre autres en sociopolitique, communication, traduction, documentation, environnement au sens général, cours conçus spécialement pour des étudiants prenant la majeure partie de leur formation en sciences fondamentales. Dans l'optique adoptée ici, les clientèles pourraient être assez nombreuses pour permettre l'établissement d'un tel répertoire plus ou moins étendu servant à la fois au programme spécialisé, et au programme avec majeure ainsi qu'au cheminement pour les domaines para-scientifiques dans ce dernier.

Les cours de sensibilisation seraient conçus et dispensés conjointement par les professeurs de science et par ceux des disciplines ou champs d'étude impliqués.

Il existe présentement une tendance à vouloir introduire dans le programme de 1er cycle en sciences fondamentales des cours pris hors des sciences (2). On suggère d'une façon générale des cours en sciences humaines, en administration. Ces cours, faits pour d'autres programmes, ont d'autres objectifs. Ils ont souvent peu de rapport avec les sciences fondamentales et, par conséquent, ne sont pas adéquats pour les étudiants des disciplines scientifiques. Il y aurait avantage à faire de ces cours de sensibilisation, pris en dehors des sciences fondamentales, un ensemble pertinent qui serait alors forcément relié aux domaines para-scientifiques et aux disciplines scientifiques elles-mêmes.

4.2.5 Formation multidisciplinaire

Le multidisciplinaire est tout ce qu'il y a de plus à la mode présentement. Il faut bien admettre que cette mode est fondée, surtout dans le contexte où nous nous sommes placés, celui du niveau opératoire des sciences fondamentales. En effet, les disciplines scientifiques ont pris naissance, au cours des temps, pour diverses raisons que nous ne chercherons pas à analyser ici. Les unes sont sans doute naturelles ou objectives, d'autres par contre tiendraient plutôt

---

(2) Voir par exemple l'étude spéciale du Conseil des sciences du Canada citée plus haut (réf. 1)

des conjonctures historiques. Quel que soit l'intérêt psychologique ou méthodologique qu'il y aurait à transformer les disciplines actuelles, il est certain par contre que leurs frontières sont gênantes quand on aborde la solution de problèmes concrets. Ces derniers font en effet souvent appel à des notions et à des méthodes venant de plusieurs disciplines.

Faut-il, par conséquent, généraliser la formation multidisciplinaire? Au premier cycle, nous ne le croyons pas. Il n'existe présentement à toute fin pratique pour l'étude des sciences que l'approche disciplinaire. Favoriser le multidisciplinaire au premier cycle reviendrait donc à proposer l'étude à ce niveau de plus d'une discipline. Or nous croyons que le 1er cycle suffit à peine à l'étude d'une discipline, de ses applications, et à l'ouverture de l'étudiant sur son futur contexte de travail.

Que faut-il penser du programme majeure-mineure des universités francophones dans ce contexte? Ce programme est formé de deux unités étanches, conçues séparément et juxtaposées en raison souvent de la seule affinité conceptuelle de deux disciplines. Un tel programme est très rigide, les deux unités étant remplies à capacité pour atteindre un niveau de connaissance raisonnable dans chaque discipline. Il ne peut se permettre de faire aucune place aux applications et à la sensibilisation. Comme celui de la plupart des "faculty programs" de McGill d'ailleurs, son intérêt semble limité si on en juge par la très faible clientèle étudiante qui les fréquente. Il faut sans doute prendre

cette constatation au sérieux. Si ces programmes ne sont pas plus populaires, c'est peut-être qu'ils ne répondent pas à un besoin. L'étudiant au 1er cycle cherche à acquérir une certaine maîtrise de sa discipline. Il ne veut pas être distrait de cet objectif et il ne tient pas à effleurer l'étude d'une autre discipline en sacrifiant l'étude de sa discipline première. C'est par le biais des applications de cette discipline première qu'il peut s'intéresser à une autre discipline au premier cycle, plutôt que par l'étude formelle de cette dernière dans le cadre d'une mineure.

Nous croyons donc que ces programmes n'ont pas leur raison d'être et que la formation multidisciplinaire en sciences fondamentales doit être reportée au 2e et au 3e cycle.

4.2.6 Formation générale

La formation générale au 1er cycle retient notre attention ici dans la mesure où les sciences fondamentales peuvent y participer et y contribuer. Il s'agit donc de tout programme de sciences où la spécialisation serait moins grande que celle du programme avec majeure décrit au paragraphe 4.2.2. Il ne fait pas de doute que l'enseignement des sciences dans le cadre d'un tel programme peut avoir une valeur culturelle, tant par le contenu que par la méthode scientifique. Il faut bien admettre cependant que les objectifs d'un tel programme se situent en marge de ceux du secteur qui intéresse l'O.S.F.

Dans le passé, il y a eu un nombre élevé de diplômés qui ont obtenu un baccalauréat ès sciences sans mention de discipline et cela surtout dans les universités anglophones. On peut considérer que le programme de ce baccalauréat donnait une formation générale par les sciences et peut-être même en sciences. Il pouvait avoir pour objectifs, entre autres, la préparation pour d'autres études. Le nombre de diplômés dans ce type de programme a considérablement diminué récemment de telle sorte qu'il est difficile d'en prévoir l'évolution.

4.2.7 Répercussions au niveau secondaire

La nouvelle orientation proposée plus haut pour les programmes de 1er cycle aurait des répercussions jusqu'au secondaire, puisque c'est à partir de ce niveau que l'élève choisit progressivement sa vocation. Actuellement pour lui et pour ses professeurs, la science est une activité purement intellectuelle où l'on s'occupe d'acquisition de connaissances et de recherche. Telle est en effet l'image que projettent les programmes universitaires, tant au niveau secondaire que collégial.

Si la science dans la société post-industrielle acquiert une multitude de rôles pratiques et fonctionnels, l'étudiant dans plusieurs cas serait appelé à choisir une vocation scientifique en raison de ces diverses fonctions sociales. Il faudrait donc dès le secondaire préparer l'élève à ce choix, en le sensibilisant aux applications des sciences fondamentales et à l'utilité de ces dernières dans les domaines para-scientifiques. Dans le même esprit, il importe de développer au

niveau secondaire et collégial un programme d'information adéquat sur les carrières scientifiques et para-scientifiques.

4.2.8 Coordination avec le CEGEP

L'enseignement des sciences au CEGEP est intimement lié à l'enseignement universitaire en sciences fondamentales. L'existence même d'ailleurs du CLESEC, Comité de liaison de l'enseignement supérieur et de l'enseignement collégial, en fait foi. C'est pourquoi l'O.S.P. désire aborder le sujet de l'enseignement des sciences au CEGEP, en particulier celui de la concentration sciences ou structure d'accueil des sciences qui s'adresse aux futurs étudiants des programmes universitaires en sciences fondamentales.

D'autre part, en accord avec les objectifs reconnus de l'enseignement collégial, l'O.S.P. considère que l'objectif de la structure d'accueil des sciences n'est pas seulement de fournir à l'étudiant les enseignements préalables à la poursuite d'un programme universitaire mais aussi de lui assurer une formation générale équilibrée en sciences. C'est dans cette optique que les considérations qui suivent seront formulées.

Dans le cadre de ses consultations, l'O.S.P. a reçu de certains départements universitaires des critiques concernant la mauvaise préparation en sciences des étudiants au CEGEP. Il n'est pas toujours facile de savoir s'il s'agit dans ces critiques d'une formation quantitativement insuffisante ou qualitativement inadéquate. Une des suggestions

faites pour remédier à cette situation était de rapatrier à l'université cette formation en sciences et d'allonger à 4 ans la durée du programme universitaire de 1er cycle.

Cette solution n'est pas réalisable, les CEGEP étant là pour rester. Il s'agit en partie d'ailleurs d'un problème mal posé; on espère semble-t-il augmenter de cette façon les effectifs des professeurs d'université. De plus, il y a peut-être une méfiance de la part des universitaires à l'égard de ces institutions relativement nouvelles que sont les CEGEP.

Le problème réside principalement dans le fait que le rodage du joint entre les programmes universitaires et ceux du CEGEP n'a pas reçu suffisamment d'attention jusqu'à maintenant. Ce problème est rendu particulièrement aigu en sciences en raison de la verticalité des connaissances, surtout à un niveau élémentaire comme celui dont il s'agit ici.

Les programmes du CEGEP ont été constitués, au départ, à partir du détachement d'une première année type du programme universitaire de 1er cycle. Par la suite, le contenu des cours au CEGEP a évolué indépendamment des programmes universitaires qui ont évolué aussi de leur côté. Il semble que parfois l'évolution des cours au CEGEP s'est faite par référence au "junior college" américain qui englobe en fait la première année du programme universitaire québécois actuel. D'où deux difficultés. Premièrement, programme trop ambitieux et, partant mal assimilé par les étudiants au CEGEP. Deuxièmement, chevauchement des programmes du CEGEP et de l'université.

La solution de ce problème devrait résider principalement dans un réexamen du contenu des cours de sciences au CEGEP, suivi, s'il y a lieu d'une réadaptation des programmes universitaires. En mathématiques, physique et chimie, en particulier, l'étendue des programmes devrait être réduite et l'accent devrait être mis encore plus qu'actuellement sur l'approfondissement et la maîtrise des concepts et des techniques de base ainsi que sur leurs applications concrètes.

Le Comité de liaison de l'enseignement supérieur et de l'enseignement collégial (CLESEC) a recommandé dans son Rapport sur la révision des structures d'accueil en janvier 1975:

> "QUE la DIGEC constitue des groupes de travail ayant pour tâche de procéder selon les besoins au remaniement du contenu des cours des structures d'accueil aux programmes universitaires de premier cycle sous réserve de l'avis du CLESEC et de l'approbation du ministère de l'Education" (Recommandation 12, page 21).

L'OSF considère qu'il y a un besoin de remanier dans le sens indiqué plus haut le contenu des cours:

Mathématiques 103, 203, 105
Chimie 101, 201, 202
Physique 101, 201
Biologie 301

Cette révision, en évitant la reprise des concepts et des techniques de base à l'université,ne devrait pas changer

le niveau initial des études universitaires malgré une réduction de l'étendue verticale du contenu des cours au CEGEP.

D'autre part, l'O.S.F. endosse la recommandation du CLESEC de réunir en une seule structure d'accueil les deux anciens profils Sciences de la santé et Sciences pures et appliquées dans le but d'assurer à l'étudiant une plus grande mobilité. Toutefois, l'O.S.F. est d'avis que les connaissances préalables essentielles en chimie pourraient être acquises en deux cours plutôt que trois. Une révision du contenu des cours Chimie 101, 201 et 202 pourrait permettre de réduire de 3 à 2 le nombre de cours de chimie dans la structure d'accueil des sciences. Cette réduction favoriserait d'ailleurs la liberté de choix de l'étudiant à l'égard des autres cours sans nuire à sa préparation pour l'université. Cette dernière affirmation s'appuie sur trois constatations: a) dans deux des cours, une partie qui paraît excessive est consacrée à certains aspects de la chimie théorique et de la chimie physique; b) les contenus des trois cours n'ont pas été conçus dans l'optique d'une formation générale en sciences pour tous les étudiants; c) un de ces cours au contraire a pour objectif une spécialisation très particulière.

En dehors des cours obligatoires de la structure d'accueil, il est possible, et même souhaitable, que l'étudiant désire prendre des cours de sciences. Ces derniers devraient avoir pour but d'élargir la formation de l'étudiant en sciences plutôt que de la pousser plus loin dans les disciplines principales, chimie, physique et mathématiques. L'étudiant devrait être encouragé, dans ce but, à prendre des cours en sciences de la Terre en particulier, en sciences appliquées et en technologie en général.

Enfin, rappelons-le, dès le CEGEP, tous les cours de sciences devraient insister sur les applications des diverses disciplines et préparer l'étudiant au transfert de ses connaissances dans des situations concrètes. Il est bien entendu que les cours en dehors des sciences devraient sensibiliser l'étudiant au sujet de la place des sciences dans la société et dans l'ensemble du savoir.

Le Comité d'études sur l'état des besoins de l'enseignement collégial a déposé son rapport en juillet 1975(3). Le changement de philosophie qu'il propose, entre autres la continuité plus grande entre le CEGEP et l'université, qu'il soit retenu ou non, ne modifie pas les recommandations de l'O.S.P. Le profil de formation en sciences au niveau collégial doit avoir pour objectif moins un niveau très ambitieux au point de vue disciplinaire qu'une formation générale en sciences et par les sciences s'appuyant sur une initiation graduelle aux diverses disciplines scientifiques.

Il est étonnant de constater que dans le but de hausser le niveau terminal des études disciplinaires de premier cycle en sciences, les universités semblent vouloir imposer au niveau du CEGEP un profil d'accueil très ambitieux en termes disciplinaires sans se rendre compte, semble-t-il, de la diminution de clientèle étudiante qu'une telle exigence peut engendrer.

---

(3) Rapport Nadeau, "Le Collège", Conseil supérieur de l'Education, Québec, juillet 1975.

Un profil moins ambitieux verticalement aurait un effet filtre moins marqué quantitativement et constituerait, même qualitativement, une voie plus adéquate vers des études universitaires en sciences fondamentales.

4.2.9 Evolution et transformation des programmes actuels

Il serait très souhaitable que tous les programmes de premier cycle en sciences fondamentales du système universitaire poursuivent les mêmes objectifs et adoptent le même schéma d'organisation.

Il n'est pas nécessaire, toutefois, qu'à l'intérieur de ce cadre tous les programmes soient uniformes. Il n'est peut-être même pas souhaitable qu'il en soit ainsi, puisqu'une certaine diversité, en fonction des ressources et des orientations propres à chaque institution, peut être une source d'émulation et de progrès constant.

Les deux types de programmes décrits plus haut devraient être en mesure d'offrir à la clientèle étudiante une gamme de services assez diversifiée et suffisamment étendue. En présentant des programmes pour le baccalauréat spécialisé et le baccalauréat avec majeure, l'O.S.F. poursuit deux buts: indiquer les exigences minimales dans la discipline et ses applications pour l'obtention du grade et dégager les voies qui lui paraissent devoir être privilégiées. Il est bien sûr que les règlements pédagogiques de chaque institution pourront permettre à l'étudiant de suivre autour de ces voies tout autre cheminement qui convienne mieux à ses aspirations personnelles, tout en restant au delà des exigences minimales.

Une certaine confusion peut cependant surgir lorsqu'on veut comparer les deux programmes recommandés par l'O.S.P. aux programmes qui existent présentement dans les universités, où une même appellation peut recouvrir des réalités très différentes et où des réalités très voisines peuvent prendre des appellations différentes.

Il importe en effet de comprendre qu'il existe au Québec, en sciences fondamentales, trois typologies différentes de programmes:

- la typologie des universités francophones fondées avant 1969,

- la typologie des universités anglophones,

- la typologie de l'Université du Québec.

Traditionnellement, dans le secteur anglophone, le premier cycle est soit de type "Major", soit de type "Honours". La différence entre les deux tient à la fois au degré d'approfondissement de la discipline et au degré de réussite du candidat. Dans ce contexte, on appelle "Major" un programme comportant plus de 36 crédits dans la discipline. Ce minimum varie d'une discipline à l'autre et d'une institution à l'autre. La tendance récente, surtout en sciences fondamentales, a été souvent de hausser le minimum requis bien au delà du 36 crédits. Ce minimum dépasse parfois 50 en mathématiques, chimie ou physique, et même parfois 60 en sciences biologiques. Le baccalauréat "Honours" est réservé aux étudiants les plus

brillants, ceux qui maintiennent une moyenne plus élevée et suivent un cheminement plus dense dans la discipline, 70 crédits et même plus, dont certains sont propres au programme "Honours".

En milieu francophone, l'Université de Montréal et l'Université de Sherbrooke ont adopté pendant plusieurs années, la philosophie du "Honours", dans des programmes qu'on a appelé spécialisés. Les étudiants qui ne suivaient pas ce cheminement, tant au point de vue approfondissement de la discipline qu'au point de vue degré de réussite, étaient inscrits à un programme dit général, qui était en fait un autre programme spécialisé, moins approfondi que le premier.

En suivant le courant qui avait conduit entre autre au rapport McPherson à l'université de Toronto, la situation a évolué en milieu francophone; le programme dit général a disparu à Montréal comme à Sherbrooke. Comme il en avait toujours été à Laval, le programme spécialisé n'a plus la connotation de réussite plus grande que dans les autres programmes. Un programme est dit spécialisé, selon le Conseil des universités, s'il contient plus de 60 crédits dans la discipline et les disciplines connexes indispensables. Certains programmes en milieu anglophone, à Concordia, utilisent également l'appellation "spécialisé" dans ce sens. L'appellation du grade fait état d'un cheminement réussi, le relevé de notes traduit le degré de réussite. En sciences fondamentales, ce minimum de crédits est généralement supérieur

à 60, il atteint facilement 70 et même 80 ou plus. La traduction de "Honours" par "spécialisé", qui n'a jamais été heureuse si elle a été juste, devient maintenant fautive. Ces deux appellations ne caractérisent pas le programme au même point de vue. Enfin, le B.Sc. Majeure-Mineure des universités francophones recouvre également une réalité fort différente du B.Sc. "Major" des universités anglophones, comme nous l'avons vu précédemment dans le présent chapitre.

Ajoutons que, à l'Université du Québec, un programme est spécialisé s'il comporte au moint 45 crédits dans la discipline ou le champ d'étude. Encore ici, en sciences fondamentales, ce minimum est souvent plus élevé que dans la règle générale. Les programmes majeure-mineure n'existent pas comme tels, à l'Université du Québec; il existe par contre des programmes bidisciplinaires qui jouent un peu le même rôle.

L'intention de l'O.S.P. n'est pas d'ajouter une nouvelle typologie de programmes à celles qui existent déjà, mais d'indiquer les programmes pour lesquels les besoins nous semblent les plus grands pour les étudiants et de mobiliser le milieu universitaire pour que ces programmes soient offerts, compte tenu des modifications de la situation actuelle qu'exige cette réalisation.

Dans la typologie des universités francophones, autres que l'Université du Québec, le programme spécialisé de l'O.S.P. correspond à un allègement du B.Sc. spécialisé actuel en terme de contenu disciplinaire de base et à un enrichissement en termes d'applications (enrichissement variable selon les disciplines)

et à l'ajout de la composante de sensibilisation au contexte de travail. Le programme avec majeure décrit par l'O.S.F., par rapport aux programmes majeure-mineure, implique, en plus des trois changements mentionnés ci-haut toutes proportions gardées, la disparition de l'association majeure-mineure et l'étalement de la majeure sur les trois ans. La souplesse ainsi introduite permettra à l'étudiant d'organiser l'ensemble de ses cours au choix selon ses goûts, ses aspirations. Le programme para-scientifique recommandé par l'O.S.F. constitue une façon de structurer la partie libre d'un programme avec majeure. Dans le cas général cependant, la partie libre d'un programme avec majeure ne constituera pas un ensemble structuré.

Certaines associations heureuses majeure-mineure semblent se dessiner à l'heure actuelle. Nous pensons que les objectifs de ces programmes peuvent tout aussi bien être atteints dans le cadre du programme spécialisé tel que recommandé par l'O.S.F., où un domaine d'applications serait privilégié.

Dans la typologie traditionnelle des universités anglophones, le "Major" en sciences fondamentales est un programme ambigu en ce sens qu'il recouvre une gamme très étendue de degrés d'approfondissement dans la discipline. Dans certains cas, le "Major" est assez près du programme avec majeure recommandé par l'O.S.F. au point de vue contenu dans la base de la discipline. Il suffirait alors de s'assurer que le contenu disciplinaire comprenne la composante d'applications et de lui ajouter la composante de sensibilisation. Dans d'autres cas, le programme "Major" a un

contenu disciplinaire beaucoup plus important que le programme avec majeure recommandé par l'O.S.F. Certains programmes "Major" en sciences biologiques de McGill imposent jusqu'à 65 crédits. Le programme "Major" en chimie de Concordia peut maintenant satisfaire aux normes de l'ordre des chimistes, c'est-à-dire comporter au moins 55 crédits en chimie seulement, selon une répartition très précise dans les sous-disciplines, sans compter les disciplines connexes indispensables. Le programme "Major" en biochimie de Concordia est dans le même cas, en ce qui concerne les seuls cours de chimie.

Certains programmes "Major" des universités anglophones sont donc assez voisins du programme spécialisé recommandé par l'O.S.F. au point de vue concentration dans la discipline. Cette évolution du programme "Major" vers un programme plus spécialisé, sans lui donner nécessairement la connotation du "Honours" est évidemment conforme au besoin décelé par l'O.S.F. Nous ne voyons aucune raison par contre pour que l'on ne reconnaisse pas, jusque dans le libellé du diplôme, qu'il s'agit dans certains cas de programmes spécialisés, après y avoir apporté les modifications nécessaires: contenu disciplinaire le cas échéant, applications et sensibilisation. L'éventail de degrés d'approfondissement de la discipline actuellement recouvert par l'appellation "Major" nous semble donc trop étendu. Certains de ces programmes devraient être transformés en programmes avec majeure au sens de l'O.S.F., d'autres en programmes spécialisés au sens de l'O.S.F. Dans ce dernier cas, un autre programme avec majeure devrait être mis sur pied.

Dans la majorité des cas cependant, le programme spécialisé recommandé par l'O.S.F. est plus près du "Honours", sans l'atteindre cependant, que du "Major" au point de vue contenu dans la discipline. Compte tenu de ce que le programme "Honours" apparaît de plus en plus comme étant trop riche en discipline, c'est donc par modification du contenu du cheminement "Honours" que l'on pourra le plus facilement constituer le programme spécialisé recommandé par l'O.S.F. Le sens de ces modifications est essentiellement le même que pour le programme spécialisé actuel des universités francophones.

L'O.S.F. ne s'est pas intéressée au mérite de la mention "Honours" avec sa double connotation. D'autres l'avaient fait avant nous, entre autres le rapport MacPherson. Nous avons cherché à identifier les voies susceptibles de répondre aux besoins de la majorité des étudiants. Libre aux étudiants qui s'y intéressent de choisir des voies plus riches en base de la discipline et libre aux universités de reconnaître qu'ils réussissent dans cette voie selon des critères particuliers d'excellence et même d'en faire un système de sélection des candidats les plus brillants. Ce n'est qu'au point de vue degré d'approfondissement dans la discipline que les deux programmes de l'O.S.F. se distinguent l'un de l'autre, ces deux degrés d'approfondissement nous semblant correspondre aux besoins du plus grand nombre des candidats.

A l'Université du Québec, nous l'avons mentionné plus haut, un premier cycle est appelé spécialisé dès qu'il compte plus de 45 crédits dans la discipline ou le champ d'études.

Encore ici l'éventail des degrés d'approfondissement recouvert par un même libellé nous semble trop étendu, spécialement en sciences fondamentales, où le nombre de crédits dans la discipline peut être très élevé dans certains cas. Sans vouloir nier la possibilité de faire varier le degré d'approfondissement en continu, du minimum au maximum, au gré de la motivation des étudiants, deux seuils nous semblent significatifs et susceptibles de répondre aux besoins du plus grand nombre: le seuil du programme spécialisé et celui de la majeure tels que nous les recommandons.

Il est extrêmement frappant de constater, dans tous les dossiers de sous-secteur de l'O.P.F., qu'aucune université québécoise ne semble rechercher la réputation ni même afficher l'intention d'offrir avant tout un enseignement de 1er cycle de très haute qualité. Cet état de choses s'explique sans doute par la jeunesse relative de bon nombre d'institutions et aussi par la propension normale en Amérique du nord à développer ses activités graduellement vers les cycles supérieurs. Pourtant, il existe aux Etats-Unis des institutions qui se sont acquis une réputation enviable sur la base de l'excellence de leur enseignement de 1er cycle et nous croyons que les institutions sont assez nombreuses maintenant au Québec pour que certaines d'entre elles aspirent, dans l'une ou l'autre des disciplines des sciences fondamentales, à exceller principalement sinon exclusivement au 1er cycle.

1.2.10 La cohérence des programmes

Au premier cycle, il ne peut être question de refuser a priori la multiplication des programmes. Le développement de ces programmes est essentiellement fonction de la demande exprimée par la clientèle étudiante.

Toutefois, il est bien évident que les institutions voudront faire des choix au niveau des domaines d'application à exploiter et, aussi, des domaines para-scientifiques à couvrir. Ces choix impliquent la nécessité d'assurer une certaine cohérence à l'ensemble du système étant donné le besoin de couvrir au Québec plusieurs domaines d'application et domaines para-scientifiques, et la nécessité de regrouper les ressources pour assurer un enseignement de qualité dans ces domaines. Le rôle d'assurer la cohérence des programmes, de même que leur adéquation aux objectifs et à l'organisation proposés, devrait continuer à appartenir au Comité des programmes du Conseil des universités et de la Direction générale de l'enseignement supérieur, qui s'en acquitterait, comme par le passé, par le truchement d'avis qui ont toujours été fort respectés.

RECOMMANDATIONS

4.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les objectifs du 1er cycle soient redéfinis en fonction du niveau opératoire des sciences fondamentales et de la préparation au travail dans des occupations scientifiques et para-scientifiques.

4.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE la formation en sciences fondamentales au 1er cycle soit unidisciplinaire et qu'elle comporte trois parties:

i) l'étude de la base de la discipline,

ii) des éléments portant sur les applications de la discipline,

iii) des éléments d'ouverture sur le contexte de travail;

b) QUE la partie du programme portant sur les applications fasse appel à la participation de professeurs des secteurs appliqués et professionnels, et de scientifiques engagés sur le marché du travail;

a) QUE l'on considère en priorité trois domaines d'application assez vastes et bien identifiés au Québec:

i) les services de santé,

ii) le milieu naturel: agriculture, foresterie météorologie, géophysique, océanographie, ressources minérales,

iii) l'environnement;

4.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités remplacent leurs programmes actuels de 1er cycle en sciences fondamentales par le programme spécialisé décrit à la recommandation 4.4 et par le programme avec majeure décrit à la recommandation 4.5, exception faite des programmes de formation des maîtres qui font l'objet de recommandations spécifiques au chapitre 7;

b) QUE tous les cheminements que permettent les règlements pédagogiques de chacune des institutions satisfassent aux conditions soit du programme spécialisé, soit du programme avec majeure;

c) QUE les universités fassent rapport au Comité des programmes de ces changements de programmes au fur et à mesure qu'ils seront effectués.

4.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités identifient le nouveau programme spécialisé comme étant la voie appropriée pour les étudiants qui se dirigent vers la pratique scientifique, soit de façon immédiate, soit après des études supérieures;

b) QUE ce programme comporte

a) au moins 65 crédits dans la discipline et les disciplines associées dont:

- au moins 48 crédits dans la base de la discipline et les autres disciplines indispensables avec le souci des applications dans chaque cours;

- au moins 12 crédits de cours distincts d'applications de la discipline, avec la collaboration de professeurs des secteurs appliqués et professionnels, et de scientifiques sur le marché du travail, comprenant au moins 3 crédits pour l'étude en profondeur d'un problème socio-économique concret en dernière année;

b) au moins 10 crédits tirés d'un bloc de cours de sensibilisation comprenant entre autres sujets: la sociopolitique des sciences, la documentation, la traduction, la communication, l'environnement au sens général, et certains sujets spécifiques à la discipline;

c) au moins 6 crédits au choix.

4.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités identifient le nouveau programme avec majeure comme étant celui qui, par sa souplesse, permet aux étudiants qui le désirent de suivre un programme davantage axé sur leurs goûts et leurs aspirations, dans la perspective d'une carrière exigeant un moins grand approfondissement de la discipline que celui du programme spécialisé;

b) QUE le programme avec majeure comporte

a) au moins 50 crédits dans la discipline et les disciplines associées dont:

- au moins 39 crédits dans la base de la discipline et les autres disciplines indispensables avec le souci des applications dans chaque cours;

- au moins 6 crédits de cours distincts d'applications de la discipline, avec la collaboration de professeurs des secteurs appliqués et professionnels, et de scientifiques du marché du travail;

b) au moins 10 crédits tirés d'un bloc de cours de sensibilisation comprenant entre autres sujets: la sociopolitique des sciences, la documentation, la traduction, la communication, l'environnement au sens général, et certains sujets spécifiques à la discipline;

c) au moins 20 crédits au choix

4.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités, en fonction de leurs ressources et de leur clientèle étudiante, favorisent la collaboration entre leur secteur des sciences fondamentales et les autres intéressés en vue de l'introduction dans le programme avec majeure du cheminement pour les domaines para-scientifiques, en accordant la priorité aux divers domaines para-scientifiques identifiés par l'O.S.F.

4.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités constituent un répertoire transdépartemental de cours de sensibilisation conçus spécialement pour des étudiants en sciences, mis au point et dispensés conjointement par des professeurs de science et par ceux des champs d'étude impliqués dans les cours en question.

4.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, dans le cas des programmes de 1er cycle en sciences fondamentales, le Comité des programmes:

a) s'appuie sur les recommandations de l'O.S.F. dans l'élaboration de sa politique des programmes;

b) dans son rôle de coordination des programmes de l'ensemble du système universitaire, veille à l'adéquation entre ces programmes et ceux recommandés par l'O.S.F., au niveau des objectifs aussi bien que de l'organisation;

c) établisse, en 1981, un bilan de l'état des programmes en sciences fondamentales aux points de vue objectifs et organisation en regard des recommandations de l'O.C.D.E.

4.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education:

a) fasse en sorte que les enseignements de sciences au secondaire et au collégial aient comme un de leurs objectifs la sensibilisation des étudiants aux applications des sciences fondamentales et à l'utilité de ces dernières dans les domaines para-scientifiques;

b) mette sur pied un programme d'information adéquat sur les carrières scientifiques et para-scientifiques.

4.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le ministère de l'Education invite la D.G.E.C. à former des groupes de travail pour procéder au remaniement du contenu des cours de mathématiques, de chimie, de physique et de biologie dans les profils conduisant aux programmes universitaires de sciences;

b) QUE l'objectif de cette révision soit de favoriser non pas un niveau très ambitieux au point de vue disciplinaire, mais une formation générale en sciences et par les sciences s'appuyant sur une initiation graduelle aux diverses disciplines scientifiques;

c) QU'un cours de sciences de la Terre soit offert aux étudiants de la concentration sciences, en vue de l'élargissement de leur formation scientifique.

CHAPITRE 5 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU DEUXIÈME CYCLE

5.1 Objectifs

Il existe une demande sur le marché du travail pour des diplômés de 2e cycle ayant obtenu une formation plus poussée que celle du 1er cycle, dans un programme d'études assez court, d'une durée d'environ un an habituellement. On peut même percevoir, sans pouvoir le démontrer nettement, que la demande pour des diplômés de 2e cycle est en croissance plus rapide que celle des diplômés de 1er ou de 3e cycle. Les diplômés de 1er cycle n'ont peut-être pas une formation assez poussée ni suffisamment spécifique alors que ceux du 3e cycle ont une formation trop poussée qui ne les habilite pas toujours à s'insérer dans des situations concrètes. Il importe donc d'accorder beaucoup d'attention aux programmes de 2e cycle.

Le deuxième cycle, présentement, est peut-être celui dont les objectifs sont les plus flous et les plus mal définis. Si on y regarde d'assez près, on peut quand même en discerner deux: l'approfondissement des connaissances, généralement dans un champ de spécialisation de la discipline, et l'initiation à la recherche.

On ne peut pas dire, toutefois, que ces objectifs soient vraiment spécifiques au deuxième cycle. La plupart du temps, la recherche à laquelle on s'initie est une recherche de base plutôt qu'une recherche orientée ou appliquée. L'accent porte du côté épistémologique plutôt

que du côté opératoire. En somme le deuxième cycle est à toute fin pratique le début du troisième cycle auquel il a pour but de préparer. A tel point qu'il existe un peu partout des règlements pédagogiques pour passer de la maîtrise au doctorat sans avoir terminé la première et que dans certaines disciplines on lorgne du côté des Etats-Unis ou de certaines régions du Canada où l'étudiant s'inscrit directement au doctorat après avoir terminé son premier cycle.

Naturellement, la maîtrise étant un grade distinct, rien n'empêche quelqu'un de quitter les études après l'avoir terminée. Mais rien, au cours des études de deuxième cycle, n'avait pour but de préparer spécifiquement à cette sortie.

Il est bien sûr normal qu'une partie des étudiants de maîtrise continuent par la suite au doctorat. On a vu au chapitre 2, paragraphe 2.3, que le tiers environ des diplômés de 1er cycle qui s'engagent en maîtrise entreprennent par la suite un doctorat. Toutefois pour les autres, et même pour ceux-là jusqu'à un certain point, la maîtrise doit être considérée comme un programme distinct que l'on peut considérer en lui-même et auquel on doit assigner des objectifs.

D'une façon globale, l'objectif du deuxième cycle doit être l'acquisition de la maîtrise d'un domaine d'application ou d'un champ de la discipline en vue de son utilisation dans des situations concrètes, dans un contexte de travail. Comprenons bien

qu'il s'agit là de l'objectif du deuxième cycle comme tel, en ce sens que c'est ce que la majorité des étudiants viennent y chercher et ce dont ils ont besoin par la suite dans leur carrière après avoir reçu une formation à ce niveau.

Le but poursuivi par certains étudiants peut être différent. D'aucuns peuvent avoir l'intention de poursuivre leurs études au niveau du troisième cycle. Toutefois bon nombre de ceux-là deviendront eux aussi par la suite des praticiens et le deuxième cycle, tel que préconisé ici leur permettra d'entreprendre un doctorat mieux ordonné à leurs fins. Les autres se prépareront au niveau du troisième cycle à devenir des chercheurs. Cette formation peut s'amorcer dès la maîtrise. Le deuxième cycle doit donc permettre également la poursuite de ce but, et cela d'autant plus qu'un certain nombre d'étudiants à la maîtrise ne savent pas encore clairement quelle sera leur orientation ultérieure.

Cependant, les objectifs du deuxième cycle doivent être la préparation au travail par le moyen d'une spécialisation s'appuyant plus ou moins sur une initiation à la recherche.

5.1.1 Préparation au travail

Le premier objectif du deuxième cycle devrait être la préparation au travail vers lequel se dirigeront la plupart des diplômés après des études d'une durée somme toute assez courte. Encore plus que le baccalauréat, la maîtrise devrait être conçue en termes de types de fonctions, de carrières, d'occupations. En effet, après avoir terminé un

premier cycle d'études assez générales, celui qui entreprend un deuxième cycle d'études plus spécialisées doit normalement s'y engager avec des intentions et un but plus précis quant à l'usage qu'il compte en faire. Le diplômé du deuxième cycle est appelé habituellement à oeuvrer au niveau opératoire.

On devrait donc, à la maîtrise, accorder la priorité au caractère opératoire plutôt qu'au caractère épistémologique. Dans toutes les activités du deuxième cycle, on devrait retrouver le souci des applications et du transfert des connaissances à des situations concrètes. Cette attitude ne gênerait en rien la formation de ceux qui poursuivraient des études au troisième cycle par la suite: au contraire, elle ne pourrait que l'enrichir.

5.1.2 Spécialisation

La spécialisation dans un champ de la discipline ou dans un domaine d'application devrait être le deuxième objectif du deuxième cycle. Il est non seulement souhaitable mais il est même inévitable qu'il en soit ainsi puisque les études générales de base sont terminées au niveau du premier cycle. C'est d'ailleurs par le biais de la spécialisation que l'étudiant de maîtrise s'oriente vers un secteur d'activités et un type de fonctions sur le marché du travail.

Par champ de spécialisation dans la discipline, il faut entendre ici des subdivisions assez larges et peu nombreuses de la discipline comme la physique nucléaire, la chimie organique, les probabilités, la physiologie, l'océanographie physique.

Par ailleurs, la spécialisation peut se faire dans un domaine d'application comme les aspects biologiques de l'environnement, les services de santé, ou certains aspects du milieu naturel; dans ce cas, l'approfondissement de la discipline et encore plus d'un champ de spécialisation à l'intérieur de celle-ci peut devenir très secondaire.

La spécialisation devrait permettre de mettre sur pied de véritables programmes de maîtrise intégrés et bien identifiés, comprenant un ensemble équilibré de cours et autres activités du même genre.

5.1.3 Recherche

Présentement, l'initiation à la recherche de base est peut-être le trait dominant du deuxième cycle. On est sûrement autorisé à se demander pourquoi il en est ainsi. Il est probablement légitime de penser que cela résulte du fait que la maîtrise actuelle se veut une préparation au doctorat, ou même qu'elle en fait plus ou moins partie, et que le doctorat lui, traditionnellement, met l'accent sur le caractère épistémologique des sciences fondamentales et s'appuie essentiellement sur la recherche de base. Pour être juste, il faut ajouter une deuxième raison: le caractère pédagogique des activités de recherche. Même pour celui qui ne deviendra pas plus tard un chercheur, la recherche est considérée comme un instrument de formation précieux, et pour certains même indispensable.

Il n'est pas exclu que l'initiation à la recherche puisse être, pour un petit nombre d'étudiants, un objectif du deuxième cycle. Certains en effet, après une telle

formation, pourront s'engager, modestement au début et peut-être plus à fond par la suite, dans une carrière de chercheur. Mais n'oublions pas que ces carrières sont relativement rares et qu'il n'est pas coutumier d'y trouver des personnes dont la formation n'a pas dépassé le niveau du deuxième cycle. L'initiation à la recherche peut naturellement être un objectif du deuxième cycle pour ceux qui poursuivront des études de troisième cycle.

En tout état de cause, on peut conclure que l'initiation à la recherche n'est pas l'objectif dominant du deuxième cycle et que probablement elle n'est même pas un objectif pour la majorité des étudiants.

Il resterait à voir dans quelle mesure la recherche est un outil pédagogique utile ou indispensable au deuxième cycle. Il est peut-être vain de tenter de trancher cette question dans le contexte actuel où la recherche jouit d'un tel prestige et d'une telle prépondérance dans le cadre des études de deuxième et de troisième cycle. Contentons-nous de constater qu'il est de plus en plus admis que la recherche n'est pas un élément indispensable de toute maîtrise.

5.2 Organisation

Nous allons considérer dans les paragraphes suivants divers types de programmes de 2e cycle. Le premier, la maîtrise ès sciences, fait suite normalement et sans autre préparation au programme spécialisé de 1er cycle que nous avons déjà décrit. Mentionnons aussi que le passage du

programme avec majeure au programme de la maîtrise ès sciences est toujours possible moyennant une période d'études complémentaires.

Naturellement, un diplômé du 1er cycle en sciences fondamentales peut toujours, moyennant certaines études préparatoires, se diriger vers des études de 2e cycle dans n'importe quel autre secteur; nous n'allons pas nous arrêter à ce cas, puisqu'il ne présente aucune régularité ou spécificité. Il n'est toutefois pas négligeable comme on l'a vu au paragraphe 2.3. Il concerne le quart des étudiants qui s'engagent en maîtrise. On peut reconnaître en passant certains secteurs privilégiés de transfert comme l'ingénierie, certains domaines de la médecine, la foresterie, l'agriculture, pour lesquels les études préparatoires peuvent être très courtes. On considère souvent que l'administration est un domaine d'activité naturel pour un diplômé en sciences. La meilleure formation dans ce cas serait celle d'un 1er cycle spécialisé suivi d'un MBA.

La maîtrise professionnelle fait suite à tout programme de 1er cycle en sciences fondamentales mais elle s'adresse comme on le verra plus loin, à des candidats déjà engagés sur le marché du travail. Enfin, la maîtrise dans un domaine para-scientifique est mentionnée parce qu'elle constitue une suite logique au programme de 1er cycle correspondant, mais elle déborde à proprement parler le champ de l'O.S.F.

5.2.1 Maîtrise ès sciences (M.Sc.)

La maîtrise ès sciences s'adresse à une fraction des diplômés du 1er cycle, environ le tiers comme on l'a vu au paragraphe 2.3. Elle fait suite directement au programme spécialisé de premier cycle.

Elle a une durée minimale de trois trimestres ou de 45 crédits. Il importe de lutter contre l'allongement indu de cette durée qui a souvent cours présentement. Cet allongement est acceptable s'il résulte du fait que l'étudiant poursuit ses études à temps partiel pour des raisons personnelles. Par contre, il est inadmissible s'il vient du fait qu'on veut accomplir en maîtrise une somme d'activités qui déborde le cadre qu'on s'est fixé.

La maîtrise ès sciences devrait prendre, d'après nous, diverses formes selon le format pédagogique et selon les objectifs visés. Selon le format pédagogique, la maîtrise ès sciences serait avec mémoire ou avec stage. Selon les objectifs visés, elle serait normalement avec spécialisation dans un domaine d'application et, plus exceptionnellement, avec spécialisation dans un champ de la discipline.

Maîtrise avec mémoire ou avec stage

L'évolution récente a fait apparaître la distinction entre maîtrise avec mémoire et maîtrise avec stage. Nous croyons que cette évolution constitue un progrès et nous l'endossons complètement. La distinction entre maîtrise avec mémoire et maîtrise avec stage correspond en effet à deux approches pédagogiques différentes, et également valables, les deux seules qui existent d'ailleurs. La maîtrise

avec mémoire met l'accent sur un travail, pratique ou théorique, qui conduit à la rédaction d'un mémoire; elle comprend en général aussi quelques cours. La maîtrise avec stage, elle, met l'accent sur les cours et les séminaires; elle comporte en plus un stage assez court, habituellement d'une durée de trois mois, qui conduit à la rédaction d'un rapport.

La part réservée actuellement au travail conduisant au mémoire de maîtrise est toutefois trop importante. Cette situation s'explique peut-être en partie par la jeunesse des programmes de 3e cycle. En effet, avant l'avènement récent de ces derniers, la maîtrise avait tendance à être surestimée pour faire office de doctorat. La maîtrise servait aussi de principal sinon de seul appui à la recherche; or tel n'est pas le but de la maîtrise, ni même d'ailleurs du doctorat. En réalité c'est exactement l'inverse: la recherche doit servir d'appui à la maîtrise et au doctorat qui ont pour but la formation des étudiants.

L'une ou l'autre des maîtrises ès sciences, avec mémoire ou avec stage, peut conduire à la spécialisation dans un domaine d'application ou dans un champ de la discipline. Il importe que l'ensemble des éléments pédagogiques soient bien intégrés dans un programme clairement identifié selon la spécialisation.

Maîtrise avec spécialisation dans un domaine d'application

Normalement, le deuxième cycle devrait donner lieu à une spécialisation dans un domaine d'application. Comme on l'a rappelé au paragraphe 5.1, les deux tiers des étudiants qui entreprennent une maîtrise ès sciences ne poursuivent pas leurs études au delà du 2e cycle.

La maîtrise dans un domaine d'application sert à préparer des diplômés qui auront besoin dans leurs fonctions de travail de connaître un domaine d'application et de savoir y appliquer les connaissances acquises dans la discipline au 1er cycle. Ces connaissances pourront aussi être développées au deuxième cycle, non pas en elles-mêmes cependant ni en vue d'une meilleure compréhension de la discipline mais dans le contexte du domaine d'application et en fonction des besoins suscités par les problèmes à résoudre. En plus d'initier au langage du domaine d'application, le programme considéré prévoiera souvent une initiation au langage d'une autre discipline des sciences fondamentales dans le contexte, toutefois, du domaine d'application.

Cette maîtrise s'adresse à la majorité des étudiants du 2e cycle.

Dans la maîtrise avec mémoire comme dans la maîtrise avec stage, la spécialisation doit se faire dans un domaine d'application assez large quoique bien défini. Dans le cas de la maîtrise avec mémoire, la recherche peut porter naturellement sur un problème plus particulier à l'intérieur de ce domaine. Dans les deux cas, les cours doivent avoir le souci des applications et du transfert des connaissances dans des situations concrètes.

Dans le cas de la maîtrise avec mémoire, la recherche doit être orientée, voire même appliquée. De plus, elle devrait être conçue surtout comme un outil pédagogique.

Maîtrise avec spécialisation dans un champ de la discipline

La maîtrise dans un champ de la discipline sert à préparer des diplômés qui auront besoin dans leurs fonctions de travail d'une connaissance plus poussée de leur discipline qu'à la fin d'un premier cycle et cela généralement sous la forme d'une spécialisation dans un champ à l'intérieur de la discipline. Cette maîtrise peut devenir interdisciplinaire si elle porte sur l'insertion dans une autre discipline de la discipline de formation première.

Elle s'adresse à une minorité d'étudiants du 2e cycle.

Dans la maîtrise avec mémoire, comme dans la maîtrise avec stage, la spécialisation doit se faire dans un champ de la discipline assez large quoique bien défini. Dans les deux cas les cours doivent avoir le souci des applications et du transfert des connaissances dans des situations concrètes.

Dans le cas de la maîtrise avec mémoire, la recherche peut être de base ou orientée. Dans la majorité des cas elle devrait être orientée. De plus, elle devrait être conçue principalement comme un outil pédagogique.

Maîtrise en environnement

Le domaine de l'environnement semble actuellement appelé à occuper une place importante au sein de l'enseignement supérieur. Au chapitre précédent, nous avons distingué entre, d'une part, l'environnement au sens général et, d'autre part, l'environnement considéré comme un domaine d'application des sciences fondamentales.

Les maîtrises dans toutes les disciplines des sciences fondamentales peuvent certainement porter sur des domaines d'applications reliés à l'environnement. On peut vouloir affubler ces programmes du titre de maîtrise en environnement, à cause de la popularité de ce vocable; nous n'en sentons pas la nécessité mais nous n'y voyons pas d'objection. On peut même admettre dans le secteur des sciences fondamentales, une maîtrise pluridisciplinaire en environnement, comportant plusieurs disciplines scientifiques et des éléments de formation portant sur l'environnement au sens général. Ce deuxième type de maîtrise reliée à l'environnement peut permettre aux étudiants de faire face aux problèmes résultant de leur spécialisation de premier cycle et d'explorer les possibilités comme les limites de la recherche et de l'enseignement interdisciplinaire. Cette position rejoint celle du Conseil des universités de l'Ontario (1).

Nouveaux professeurs

Pour redéfinir les programmes de 2e cycle en fonction du niveau opératoire, les universités ont besoin d'attirer chez elles, en permanence, des scientifiques ayant une expérience remarquable du milieu du travail. Ces derniers établiraient des ponts entre ce milieu et l'université, apporteraient leur expérience des problèmes concrets et fourniraient aux étudiants une information de première main sur les perspectives de carrière. Deux disciplines, les mathématiques et la physique, en

---

(1) Council of Ontario Universities, Report N° 13, Planning and Environmental Studies, 1974.

elles-mêmes d'abord et en pratique également au Québec, sont plus éloignées que les autres disciplines des sciences fondamentales du niveau opératoire et de l'insertion dans des situations concrètes. Elles devraient être les premières à profiter de la mesure préconisée.

Rémunération des étudiants

Parmi les étudiants de 2e et de 3e cycle en sciences fondamentales qui postulent une bourse d'étude, accordée sur une base d'excellence, auprès du ministère de l'Education ou du Conseil national de recherches, on peut estimer grossièrement que le tiers environ en obtiennent une. La plupart des autres reçoivent une rémunération un peu moindre en provenance des subventions de recherche accordées à leur directeur de thèse.

Le problème de la rémunération des étudiants de 2e cycle se pose déjà, et va se poser d'une façon encore plus aigüe que présentement, dans le cas de la maîtrise avec stage qui existe déjà et qui est appelée à se répandre de plus en plus. L'étudiant dans ce cas ne participant pas au programme de recherche d'un professeur, ce dernier n'est pas en mesure de lui verser une rémunération à partir de ses subventions de recherche.

L'étudiant peut se procurer une rémunération en participant à l'enseignement à titre d'auxiliaire. Toutefois cette source de revenus est beaucoup moins importante depuis que les grands groupes d'étudiants, autrefois en première année à l'université, se trouvent maintenant dans les CEGEP.

Les universités devraient peut-être essayer de trouver des moyens d'accroître la participation des étudiants de 2e cycle à l'enseignement. D'autre part, certains étudiants devront poursuivre leurs études à temps partiel afin de pouvoir travailler à l'extérieur. Ce régime devra être possible dans le cadre de la maîtrise avec stage.

Ce problème mérite d'être étudié davantage et on devra lui trouver une solution si on veut favoriser le développement de la maîtrise avec stage.

5.2.2 Maîtrise professionnelle

La maîtrise professionnelle dont nous traitons dans ce paragraphe n'est pas celle qu'on a tendance actuellement à appeler maîtrise professionnelle dans le secteur des sciences fondamentales.

On a beaucoup parlé de maîtrise professionnelle ces derniers temps. D'une façon générale, on peut dire que cette préoccupation résultait du besoin pressenti de donner une orientation plus pratique aux études de 2e cycle et de préparer ainsi les diplômés pour des activités au niveau opératoire.

Nous croyons que la nouvelle maîtrise ès sciences décrite plus haut serait de nature à répondre à ce besoin, et nous préférons réserver l'appellation maîtrise professionnelle à des programmes de nature temporaire, mis sur pied à l'intention de candidats déjà engagés depuis un certain temps sur le marché du travail.

Nous présenterons dans ce qui suit quelques éléments d'un modèle de maîtrise professionnelle: l'initiative, la motivation, l'élaboration du programme, et les modalités. Nous donnerons ensuite deux exemples particuliers.

Initiative

Dans le contexte actuel, l'initiative pour un programme de maîtrise professionnelle doit venir d'une université ou du ministère de l'Education qui auraient identifié un besoin. Il est peu probable, présentement, que l'initiative de mettre sur pied un tel programme soit prise par une industrie. Il est évidemment essentiel que l'université concernée possède l'expertise et les ressources requises pour le programme envisagé.

Motivation

Toutefois, même si l'initiative et l'identification du champ dans lequel on a perçu un besoin viennent de l'extérieur, elles doivent être acceptées non seulement par les candidats éventuels mais également par leur employeur. Il doit donc s'établir un contact dans ce sens dès le départ.

Pour intéresser les candidats et leur employeur, le programme proposé doit présenter un intérêt du point de vue de son utilité au travail, même s'il peut par ailleurs être un peu plus général.

Pour concrétiser les divers aspects de cette question, on peut songer à décerner une bourse à chaque candidat admis. Pour recevoir cette bourse, le candidat doit obtenir l'autorisation de son employeur, ce qui assure l'acceptation de la situation par ce dernier; il doit de plus obtenir 15 crédits par année, ce qui assure la motivation du candidat lui-même.

Elaboration du programme

La clef du succès réside ici dans la collaboration entre l'université et le milieu desservi. Comme on le sait bien, certains expriment en effet l'opinion que le corps universitaire traditionnel est totalement inadapté à cette nouvelle forme d'enseignement. Si on regarde l'expérience acquise dans ce sens, ce jugement semble confirmé. Par contre, nous croyons fermement que le potentiel existe à l'Université, et que la réalisation de tels programmes serait au bénéfice des uns et des autres.

Le programme devrait être élaboré dès le départ par un comité formé en bonne partie d'usagers du programme. Les universitaires ne sont pas en mesure d'élaborer seuls un tel programme. Toute tentative d'offrir un programme préfabriqué ne pourrait aboutir qu'à un échec.

Le programme ne devrait pas être complètement arrêté au départ. Son élaboration pourrait se terminer après l'évaluation d'une première et même d'une deuxième étape.

Il ferait appel à une banque de cours existants qui seraient pertinents au programme en question. Cependant, une proportion notable du programme, 15% peut-être, serait constituée de crédits ad hoc faisant appel à des ressources extérieures dans le cadre de séminaires par exemple.

La majeure partie du programme serait consacrée à un projet basé sur le travail même du candidat. La formation reçue proviendrait ainsi en grande partie d'un élargissement et d'un approfondissement des connaissances utilisées au travail ainsi que de leur interaction avec, par exemple, le domaine public ou celui de la gestion.

Le programme d'une maîtrise professionnelle serait, comme on peut le voir, beaucoup plus spécifique que celui d'une maîtrise ès sciences normale.

Modalités

La maîtrise professionnelle devrait être mise sur pied pour une clientèle définie et pour une période de 3 ans au départ.

Cette maîtrise aurait une valeur de 45 crédits, et le candidat devrait la terminer en 3 ans à raison de 15 crédits par année. Pour assurer la disponibilité du candidat, et incidemment la motivation de l'employeur, ce dernier devrait être appelé à libérer le candidat de son travail avec paye durant une journée par semaine.

Deux exemples

La tâche d'identifier les besoins en regard de la maîtrise professionnelle en est une qui est considérable. En plus des initiatives parcellaires des universités et du ministère de l'Education, on pourrait songer à confier cette tâche à un niveau plus global et exhaustif, au Conseil de la politique scientifique.

Nous voulons, en terminant, signaler deux exemples de domaines qui nous paraissent à première vue opportuns, dans lesquels on pourrait mettre sur pied une maîtrise professionnelle.

Le domaine de la faune

Il existe plusieurs scientifiques engagés dans ce domaine, dans divers ministères par exemple, qui seraient sans doute intéressés à approfondir leurs connaissances dans le cadre de l'explosion qu'ont connue récemment les concepts d'environnement, d'écologie et de conservation.

L'initiative pourrait venir du ministère de l'Education, et l'Université Laval, en raison de sa situation et de son expertise dans ce domaine, pourrait être invitée à participer à un projet.

Le domaine du pétrole

L'industrie du pétrole a connu récemment d'importants développements dans la région de Montréal. L'Université du Québec, par sa constituante à Montréal, pourrait être invitée par le ministère de l'Education à participer à un projet touchant la chimie ou la physique dans le domaine du pétrole.

La maîtrise professionnelle telle que nous venons de la décrire se situe évidemment dans le cadre de l'éducation permanente. Le lecteur est prié de se reporter au chapitre 9 pour une discussion plus complète de ce sujet.

5.2.3 Maîtrise ou certificat dans un domaine para-scientifique

Ces programmes répondent au besoin de former des spécialistes dans ces domaines. Ils constituent une suite logique au programme de 1er cycle correspondant.

Il revient aux intéressés d'en préciser la nature.

5.2.4 La cohérence des programmes

Les moyens à mettre en oeuvre pour réaliser les programmes de deuxième cycle sont déjà plus onéreux qu'au premier cycle. Le deuxième cycle implique, comme on l'a vu, une spécialisation au niveau de l'enseignement, de la recherche, des domaines d'application. Il est par conséquent souhaitable d'éviter la duplication inutile des programmes de deuxième cycle étant donné les limites de l'ensemble des ressources disponibles au Québec et le besoin de couvrir un bon nombre de champs de spécialisation et de domaines d'application. Les institutions du système universitaire devront faire des choix. Le rôle d'assurer la cohérence des programmes, de même que leur adéquation aux objectifs et à l'organisation proposés, devraient continuer à appartenir au Comité des programmes qui devrait lui-même s'appuyer sur un avis de la Commission de la recherche universitaire en ce qui concerne les champs de spécialisation en recherche impliqués dans les programmes de deuxième cycle.

RECOMMANDATIONS

5.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE la maîtrise soit revalorisée en tant que programme autonome ayant ses objectifs et son organisation propres et qu'elle ne soit pas considérée uniquement comme une étape en vue du doctorat;

b) QUE le premier objectif de la maîtrise soit la préparation au travail et que le deuxième cycle soit axé sur le souci des applications et du transfert des connaissances à des situations concrètes;

c) QUE le deuxième objectif de la maîtrise soit la spécialisation:

   i) dans un domaine d'application
   ou
   ii) dans un champ de la discipline

d) QUE l'initiation à la recherche ne soit pas un objectif des études de deuxième cycle en sciences fondamentales mais que, dans certains cas, la recherche autant que possible orientée soit utilisée comme un outil pédagogique.

5.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE la maîtrise ès sciences (M.Sc.) en sciences fondamentales consiste en un programme structuré d'activités pédagogiques, dont peut faire partie la participation à la recherche, et que chaque programme soit associé à un champ de spécialisation, domaine d'application ou subdivision de la discipline, sans pour autant que la mention du champ apparaisse sur le diplôme;

b) QUE la maîtrise avec spécialisation dans un domaine d'application soit le programme normal qui s'adresse à la majorité des étudiants du 2e cycle;

c) QUE la maîtrise existe sous deux formats pédagogiques: la maîtrise avec mémoire et la maîtrise avec stage;

d) QUE la maîtrise ait une durée minimale de trois trimestres et compte 45 crédits;

e) QUE la maîtrise avec stage soit accessible selon le régime des études à temps partiel;

f) QUE dans le but de favoriser l'orientation du 2e cycle vers le niveau opératoire, chaque université, compte tenu de ses orientations, crée au moins un poste spécial de professeur, prioritairement en mathématique ou en physique, en vue d'attirer des scientifiques ayant une expérience remarquable des principaux milieux de travail;

g) QUE les universités d'ici 1981 transforment leurs maîtrises actuelles en sciences fondamentales dans le sens indiqué plus haut et qu'elles fassent rapport au fur et à mesure au Comité des programmes.

5.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Éducation, dans le cadre des suites qu'il donnera à l'O.S.F., invite des universités à participer à la mise sur pied, à titre de projets pilotes, de deux programmes de maîtrise professionnelle en sciences fondamentales.

5.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités, en vue de la spécialisation dans le cadre du 2e cycle en sciences fondamentales, choisissent, en ayant soin d'éviter la duplication inutile, des domaines d'application ou des champs disciplinaires bien définis

5.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Comité des programmes, dans le cas des programmes de 2e cycle en sciences fondamentales:

a) s'appuie sur les recommandations de l'O.S.F. dans l'élaboration de sa politique des programmes;

b) veille à l'adéquation entre les programmes universitaires et les programmes recommandés par l'O.S.F. au niveau des objectifs aussi bien que de l'organisation;

c) veille, en collaboration avec la Commission de la recherche universitaire en ce qui a trait aux champs de spécialisation en recherche, à la coordination des programmes dans l'ensemble du système universitaire.

d) dresse en 1981 le bilan des programmes de maîtrise à cette date, eu égard à leur adéquation avec ceux de l'O.S.F. et à leur coordination dans l'ensemble du système universitaire.

CHAPITRE 6 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DU TROISIEME CYCLE

6.1 Objectifs

Aux Etats-Unis, en sciences fondamentales, le troisième cycle tel qu'on le connaît aujourd'hui, comme régime pédagogique stable produisant régulièrement des diplômés en nombre appréciable n'existe que depuis la fin des années quarante. Il en est de même dans certaines universités canadiennes. Au Québec toutefois, dans les universités francophones, le phénomène est beaucoup plus récent. On y décernait bien sûr des doctorats individuels au début des années cinquante, mais le troisième cycle comme régime remonte à moins de dix ans, vers la fin des années soixante. Il n'est pas nécessaire d'analyser ici les causes de cette situation historique. Au moment même où la production de diplômés de troisième cycle au Québec, dans les universités francophones, devenait perceptible et où la proportion d'étudiants québécois devenait appréciable, on connaissait aux Etats-Unis et au Canada, en 1970 et surtout en 1971, la crise de la soi-disant surproduction de Ph.D.

Frappés aussi durement avant d'avoir atteint leur maturité, les programmes de troisième cycle dans les universités francophones hésitent et se cherchent une voie. On peut à juste titre se demander qui, au Québec, en dehors des universités qui ont d'ailleurs cessé de croître rapidement, est susceptible d'engager un diplômé de troisième cycle en sciences fondamentales. L'analyse des données recueillies lors de l'enquête sur les profils de carrière effectuée dans le cadre de l'O.S.F. pourrait fournir des éléments de réponse à cette question. On sait

déjà qu'aux Etats-Unis la crise de pénurie de débouchés en physique, par exemple, est nettement en voie de régression. C'est dans ce contexte qu'il y a lieu d'examiner les objectifs du troisième cycle.

On peut en dégager présentement trois: l'approfondissement des connaissances, la spécialisation, l'apprentissage de la recherche. Parmi ceux-ci, l'approfondissement des connaissances n'est sûrement pas l'objectif dominant. Les règlements pédagogiques du troisième cycle, en général, n'exigent pas du candidat qu'il suive des cours ou autres activités du même genre. On considère habituellement que cet objectif a été en grande partie atteint au deuxième cycle, sinon au premier.

Quant à la spécialisation dans un domaine particulier de la discipline, cet objectif a été atteint lui aussi en grande partie au deuxième cycle, pour ce qui est des connaissances. Il s'agit donc, au troisième cycle, d'une spécialisation dans un domaine de recherche. On a souvent fait la critique qu'il s'agissait même trop souvent sinon toujours, d'une surspécialisation dans un secteur très étroit d'un domaine de spécialisation.

Pour ce qui est de l'apprentissage de la recherche, il ne fait aucun doute que ce soit là actuellement le principal objectif du troisième cycle. Le but qu'on vise est de former un chercheur autonome qui devienne un expert du problème qu'il étudie. De plus, la recherche entreprise est habituellement une recherche de base libre, plutôt qu'une recherche orientée ou même appliquée. Plusieurs s'entendent à voir là et dans la

surspécialisation mentionnée plus haut, les raisons pour lesquelles en fait sinon en principe, le diplômé du troisième cycle éprouverait par la suite des difficultés, d'une part, à passer à des travaux plus pratiques et plus concrets et, d'autre part, à changer de domaine de spécialisation.

Bien que cette critique puisse être accusée d'être trop étroite et mal fondée, il est difficile de ne pas admettre qu'elle soit un reflet de la situation actuelle au troisième cycle où l'accent porte principalement sur le caractère épistémologique des sciences fondamentales et où le caractère opératoire est censé venir à la suite par surcroît.

Il est irréfutable que la formation poussée de l'esprit prépare en principe à aborder n'importe quelle tâche avec une grande largeur de vue. Toutefois, même au troisième cycle, il ne fait pas de doute qu'il soit préférable de poursuivre directement l'objectif visé, le cadre de travail envisagé, plutôt que de rechercher uniquement la formation abstraite de l'esprit à laquelle on laisse le soin par la suite d'atterrir et de s'enraciner spontanément dans une situation concrète.

D'une façon globale, l'objectif du troisième cycle se situe dans la même direction que celui du deuxième cycle, mais plus loin. Il s'agit, à ce niveau, de faire un expert dans un champ de spécialisation de celui qui, au niveau précédent, a déjà appris à maîtriser ce champ. Toutefois, la différence entre le deuxième et le troisième cycle n'en est pas seulement une de degré; deux autres différences marquent le troisième cycle d'une manière spécifique. Il y a d'abord la carrière

des diplômés. En effet, au troisième cycle, une proportion plus grande de ceux-ci qu'au deuxième cycle sont appelés à devenir des chercheurs ou tout au moins à faire de la recherche sous une forme ou sous une autre. En deuxième lieu, au doctorat tel qu'il existe présentement, et mis à part le doctorat professionnel dont nous parlerons plus loin, l'approfondissement du champ de compétence se fait en bonne partie par le moyen de la recherche.

Toutefois, plusieurs des diplômés ne seront sans doute pas des chercheurs. C'est pourquoi la formation de chercheurs ne peut pas être un objectif du troisième cycle comme tel, bien que certains étudiants puissent avoir pour eux cet objectif à ce niveau d'études. La recherche comme telle, n'est évidemment pas un objectif du troisième cycle; ce qui est visé directement c'est la formation d'un étudiant par le moyen de la recherche et non pas la production de résultats scientifiques nouveaux. Naturellement, la recherche au troisième cycle doit être de la vraie recherche productive, mais cette productivité ne doit pas être au détriment de la formation de l'étudiant.

En résumé, les objectifs du troisième cycle doivent être la préparation au travail, celui de chercheur pour certains, celui de praticien pour plusieurs, par l'approfondissement d'un champ de compétence en utilisant la recherche comme moyen indispensable mais non exclusif de formation.

6.1.1 Préparation au travail

Le premier objectif du troisième cycle devrait être la préparation au travail. Comme la maîtrise, le doctorat devrait être conçu en termes de types de fonctions, de carrières, d'occupations.

Le seul fait d'énoncer cet objectif focalise toute l'attention sur ce qui constitue le noeud du problème concernant le troisième cycle en sciences fondamentales. Existe-t-il au Québec, dans toutes les disciplines des sciences fondamentales un marché pour des personnes ayant poursuivi des études aussi approfondies, à base de recherche? Faut-il le déceler? Faudra-t-il le créer? L'offre de diplômés créera-t-elle à elle seule la demande? Ces questions deviennent de plus en plus inéluctables. Il devient urgent de leur apporter des réponses que l'O.S.F. seule n'est pas en mesure de fournir. Toutefois, la nature du troisième cycle, son évolution et son développement, par le truchement de son premier objectif, sont intimement liés aux réponses à ces questions et aux mesures concrètes qu'on adoptera par la suite.

Le moins qu'on puisse dire dès maintenant c'est que peu de diplômés poursuivront une carrière en recherche, encore moins en recherche de base libre, encore moins dans leur champ de spécialisation et encore moins dans le secteur particulier de leur sujet de thèse. La plupart seront probablement appelés, à plus ou moins brève échéance, à devenir des praticiens.

6.1.2 Spécialisation

La spécialisation dans un champ de la discipline est un but déjà partiellement atteint au niveau du deuxième cycle et cela à des degrés divers selon les disciplines. En effet, dans certaines de celles-ci, l'étudiant ne suit plus aucun cours ou autre activité du même genre durant le troisième cycle,

l'approfondissement des connaissances se poursuivant exclusivement par la lecture, dans les périodiques, d'articles portant sur une partie très étroite d'un champ de spécialisation gravitant autour du problème de recherche en vue de la thèse.

Le troisième cycle devrait avoir comme deuxième objectif la continuation de la spécialisation entreprise au deuxième cycle. Cependant, cette spécialisation ne devrait pas aller en pointe, en se rétrécissant toujours davantage. Au contraire, elle devrait rester ouverte à tout le champ de spécialisation choisi et même s'étendre à un ou deux autres champs de spécialisation dans la discipline. Il serait donc plus juste de dire que le deuxième objectif du troisième cycle est l'ouverture de la spécialisation. Cet objectif est un corollaire du premier objectif, la préparation au travail et a pour but d'assurer une plus grande mobilité au travail.

Ici comme au deuxième cycle, il faut entendre par champ de spécialisation des subdivisions assez larges et peu nombreuses de la discipline comme la physique des plasmas, la chimie minérale, la statistique, la physiologie végétale, l'océanographie chimique. Par le truchement de la spécialisation, on devrait mettre sur pied de véritables programmes de doctorat intégrés et bien identifiés comprenant un ensemble équilibré de cours et autres activités du même genre.

6.1.3 Recherche

Présentement, le troisième cycle est axé principalement sur l'apprentissage de la recherche. Pour un petit nombre d'étudiants, il est souhaitable qu'il en soit ainsi. Pour la majorité des étudiants toutefois, l'apprentissage de la recherche ne devrait pas être un objectif du troisième cycle, puisque leur carrière ne se déroulera pas en recherche. Pour ces derniers, la recherche devrait être conçue comme un outil pédagogique, un instrument de formation susceptible, d'une part, d'éclairer l'approfondissement des connaissances et, d'autre part, de développer les facultés d'innovation et la rigueur de pensée.

Actuellement, dans le cadre des programmes de troisième cycle, la recherche est presque toujours de la recherche de base libre. Cette sorte de recherche a sûrement sa place à l'université; on peut même dire que cette dernière en est l'agent principal. On peut également soutenir aisément que la recherche de base libre est un excellent outil de formation en raison même de sa profondeur et de sa gratuité. Cependant, comme outil pédagogique de formation des étudiants au doctorat, la recherche devrait être orientée et même, parfois, appliquée, assurant ainsi du fait même le transfert des connaissances acquises et des techniques apprises à des situations concrètes en vue de l'intégration par la suite au marché du travail.

De plus en plus, la recherche universitaire en sciences fondamentales a tendance à s'organiser en groupes ou en laboratoires à l'intérieur des départements, ou en centres

facultaires et universitaires. Sous l'impulsion d'ailleurs d'une invitation toujours plus pressante à la pertinence, et afin d'obtenir des subventions plus importantes, l'organisation de la recherche s'accommode de plus en plus d'échéances et de commandites. Placée dans un contexte de compétition, la recherche universitaire poursuit, à juste titre d'ailleurs, des objectifs de productivité. Cette évolution a certainement permis à la recherche de s'épanouir et de se consolider. Cependant il existe maintenant le risque d'en arriver à une certaine automaticité en recherche qui peut être nocive dans la mesure où la recherche au troisième cycle devrait être conçue d'abord comme un outil pédagogique. Pour les futurs praticiens et encore plus pour les futurs chercheurs, la recherche au troisième cycle devrait avoir pour but de développer chez l'étudiant l'originalité, l'autonomie. Un système de recherche composé de niches dans lesquelles on place un étudiant pour un certain temps et pour une production déterminée, peut certainement développer les aptitudes au travail en équipe sûrement précieuses pour le futur chercheur. Toutefois, un tel système ne permettrait pas à la recherche d'atteindre ses objectifs dans le cadre des programmes de troisième cycle. Il y a donc un équilibre à viser entre l'efficacité de la recherche prise en elle-même et son rôle comme outil pédagogique de formation. En un mot, la recherche elle-même et ses résultats, pas plus que l'apprentissage de la recherche, n'est un objectif du 3e cycle. Ce qui est visé c'est la formation d'un étudiant par la recherche.

6.2 Organisation

6.2.1 Le doctorat ès sciences (Ph.D.)

Le doctorat ès sciences fait suite à la maîtrise ès sciences sous ses diverses formes. Il répond au besoin de préparer des diplômés qui ont besoin dans leurs fonctions de travail d'une connaissance, plus poussée qu'à la fin du deuxième cycle, d'un champ de spécialisation. Toutefois, comme on l'a vu à propos des objectifs, cet approfondissement de la spécialisation doit rester ouvert à tout le champ et même s'étendre à d'autres champs de spécialisation voisins.

Le doctorat est le niveau par excellence pour entreprendre des études interdisciplinaires en sciences fondamentales. L'étudiant ayant acquis une certaine maturité de pensée, maîtrisant sa discipline et même une spécialisation à l'intérieur de celle-ci, est très bien équipé pour s'intéresser à l'insertion dans une autre discipline de sa discipline de formation première et pour rechercher leurs affinités et leurs possibilités d'interaction.

Le doctorat s'adresse à une fraction seulement des diplômés du deuxième cycle, moins du tiers comme on l'a vu au paragraphe 5.1. Il a une durée minimale de six trimestres et compte 90 crédits après la maîtrise.

Le doctorat doit être axé sur une recherche autant que possible orientée, conçue comme outil pédagogique pour la majorité des étudiants. Il doit comporter des cours et autres activités du même genre, visant à assurer au candidat

un complément de formation ouvert et équilibré dans son champ de spécialisation et dans un ou deux champs de spécialisation connexes. Ces activités prennent naturellement beaucoup plus d'importance dans le cas d'un doctorat interdisciplinaire.

L'ensemble des cours et de la recherche devrait être intégré dans un programme identifié par le champ de spécialisation.

La thèse de doctorat

Si la plupart des diplômés de 2e et de 3e cycle sont appelés à oeuvrer au niveau opératoire (1), il faut se demander si la structure actuelle des programmes de formation et de recherche les prépare adéquatement. Dans la pratique, industrielle ou gouvernementale, on demande au scientifique de trouver des solutions rapides et peu coûteuses à des problèmes à court terme. Ce type de fonction devrait avoir des répercussions au niveau du programme de recherche dans le cadre du 3e cycle. Ce programme au lieu de consister en un travail de recherche à long terme que l'on associe présentement avec la thèse, pourrait consister pour un bon nombre d'étudiants en deux ou trois parties portant chacune sur la solution d'un problème du type que le diplômé rencontre au travail. Ces thèses formées de deux ou trois sujets ont d'ailleurs déjà été essayées à certains endroits.

---

(1) De 80% à 90% pour les chimistes, par exemple, selon un article récent du Chemical & Engineering News, le 10 mars 1975, p. 26.

Les étudiants ainsi formés n'auraient peut-être plus l'impression, comme par le passé, que le fait de s'engager dans une carrière de type opératoire, industrielle ou gouvernementale, constitue un mauvais compromis en regard de leur formation.

La formation de chercheurs

Bien que l'apprentissage de la recherche ne soit pas l'objectif du 3e cycle pour la plupart des diplômés, il importe de souligner que certains diplômés sont appelés eux à devenir des chercheurs, non seulement dans les universités comme c'est le cas actuellement mais aussi dans les centres péri-universitaires ainsi que dans les laboratoires industriels et gouvernementaux.

Ces étudiants devront donc recevoir au 3e cycle une véritable formation de chercheur, et cette formation doit être la meilleure possible pour répondre aux besoins des organismes de recherche et au développement de la recherche.

Il importe donc au plus haut point de déterminer les champs de spécialisation prioritaires en recherche au Québec et d'estimer le nombre de chercheurs requis dans chacun si l'on veut que les chercheurs dont le Québec aura besoin soient formés dans les universités québécoises.

Les ressources nécessaires pour assurer l'excellence de ces futurs chercheurs seront d'autant plus faciles à mobiliser que seront plus vastes les ressources affectées à l'ensemble des activités du secteur des sciences fondamentales.

Doctorat en environnement

Nous avons vu au chapitre précédent qu'il pouvait exister deux types de maîtrise reliée au domaine de l'environnement: l'une portant sur les applications d'une discipline à un aspect de l'environnement, l'autre multidisciplinaire, comportant plusieurs disciplines scientifiques et des éléments de formation portant sur l'environnement au sens général. Cette dernière prenant en général la forme d'une maîtrise avec stage, a deux buts: permettre à un étudiant de s'initier à la pratique dans le domaine en question, ou lui fournir une occasion d'élargir ses horizons disciplinaires afin qu'il retourne au doctorat dans sa discipline avec un esprit plus ouvert et préoccupé du caractère opératoire de sa discipline.

Au troisième cycle, le doctorat en environnement n'a pas sa place. C'est par la voie du doctorat disciplinaire en sciences fondamentales tourné vers les applications au domaine de l'environnement que l'on se prépare le mieux à oeuvrer dans ce domaine. Ici encore, notre position rejoint celle du Conseil des universités de l'Ontario (2).

---

(2) Council of Ontario Universities, Report N° 13, Planning and Environmental Studies, 1974

6.2.2 Doctorat professionnel

On parle de plus en plus de l'introduction du doctorat dit professionnel dans les secteurs d'études qui n'avaient pas été considérés jusqu'à maintenant comme professionnels. Il serait naturel d'envisager cette hypothèse dans le secteur des sciences fondamentales.

Ce programme ferait suite à une maîtrise et aurait comme principales caractéristiques: entraînement poussé à appliquer la discipline dans des domaines spécifiques où il existe un marché de l'emploi identifié, participation active de scientifiques œuvrant dans ces domaines d'application, stages d'apprentissage. On peut penser, par exemple, au domaine de l'environnement ou à celui des services de santé.

Ce programme ne serait pas le seul à préparer des praticiens puisque la plupart des diplômés du doctorat ès sciences sont également appelés à oeuvrer comme praticiens sur le marché de l'emploi.

Au cours du premier plan quinquennal, de 1976 à 1981, on devrait assister au Québec, au démarrage d'un certain nombre de maîtrises professionnelles en sciences fondamentales. Ces expériences devraient nous éclairer sur les possibilités et les besoins à l'égard du doctorat professionnel. Durant ce temps, on devrait porter toute l'attention possible aux expériences, tentées dans d'autres pays, concernant les doctorats professionnels en sciences fondamentales. Au cours de la même période on devrait envisager la création de doctorats professionnels en sciences fondamentales au Québec pendant le second plan quinquennal, de 1981 à 1986, en tenant compte de l'évolution des expériences dans d'autres pays.

Le doctorat en sciences fondamentales n'a pas beaucoup évolué depuis le début du 20e siècle. Il répond au caractère épistémologique des sciences fondamentales et comme tel il est irremplaçable. Par surcroît, les activités au niveau épistémologique ont produit des retombées prévisibles et plus que satisfaisantes au niveau opératoire. De plus en plus nombreux, cependant, sont ceux qui croient qu'il faut s'adresser directement au niveau opératoire quand on veut des résultats à ce niveau.

On prodigue la formation de troisième cycle maintenant à des nombres considérablement plus élevés d'étudiants qu'il y a 75 ans: 2 000 diplômés au doctorat en chimie par année aux Etats-Unis par exemple. La foi dans la "vieille religion" a maintenu ce type de formation, et l'ampleur de l'infrastructure socio-économique américaine a permis jusqu'à maintenant, avec des soubresauts depuis cinq ans, d'absorber ces diplômés de formation classique.

Toutefois, on a commencé à mettre en doute ce type de formation et à songer à lui substituer en partie une formation basée sur des objectifs reliés directement au niveau opératoire. Ce genre de préoccupation est tout particulièrement pertinent au Québec où l'infrastructure socio-économique, proportionnellement beaucoup plus faible que celle des Etats-Unis, n'est peut-être pas en mesure d'absorber sur une base démographique, même le 1/40 de la production américaine de doctorats de type classique.

Bien que toutes les comparaisons soient trompeuses, on peut quand même essayer, à l'aide de l'une d'elles, de comprendre la nature d'un doctorat professionnel. Considérons donc le cas de la médecine dans ce but.

Un coup d'oeil rapide nous révélera un spectre étendu de niveaux d'activités: la recherche de base en biochimie, en physiologie; la recherche orientée en médecine et chirurgie expérimentale; la recherche appliquée en clinique; et finalement la pratique en clinique. Le praticien spécialiste suit les travaux de recherche qui le concernent, sait les interpréter et sait en introduire les résultats dans sa pratique. Il peut engendrer des travaux de recherche clinique, qu'il ne poursuivra pas lui-même et même des recherches plus fondamentales. La formation qu'il a reçue pourtant ne comporte qu'une familiarisation avec la recherche ou tout au plus une initiation à la recherche. Elle comporte 5 années d'études de base et 4 années de spécialité constituées essentiellement de cours et de stages pratiques.

Le même type de fonction et par conséquent le même type de formation, n'auraient-ils pas leur place en sciences fondamentales? Cette possibilité est mentionnée dans le récent rapport Broomley sur l'avenir de la Physique aux U.S.A.: "There are many career opportunities in physics in which advanced study is most desirable but in which a relatively short exposure to specialized research experience suffices and the bulk of the student's time is better spent in other modes of learning" (5).

---

(5) Physics in Perspective, NAS (1972), Vol. 1, p. 783.

On peut penser à premiere vue à des domaines d'application de la physique et de la chimie qui s'y prêteraient comme l'électronique des ordinateurs, la corrosion des métaux. On pense en sciences de la Terre aux grandes études d'inventaires qui sont confiées, d'une part, à des chercheurs au détriment de la recherche plus fondamentale, de plus longue portée dans le domaine, ou, d'autre part, à des sociétés privées qui souvent doivent improviser des experts et risquent de faire passer l'efficacité administrative et le rendement pour de la compétence scientifique. On pense enfin au domaine des doctorats sans thèse, sans recherche, en mathématiques, encore confus et controversé, mais qui semble répondre à un besoin et qui trouve de plus en plus d'adeptes.

Il est possible que ce type de doctorat ait plus de chance que le type classique de s'introduire profitablement dans l'infrastructure socio-économique du Québec.

6.2.3 Normes à respecter pour offrir le doctorat

Certains dossiers de l'O.S.P. ont abordé la question des normes à suivre pour être en mesure d'offrir un programme de doctorat. A l'égard des ressources humaines, par exemple, on a suggéré que le nombre minimum de professeurs soit fixé à trois par champ de spécialisation, sans compter les divers assistants de recherche et les étudiants gradués. De plus, on a suggéré également qu'un département, pour offrir un programme de Ph.D., devrait avoir 3 champs de spécialisation, ce qui porterait à 10 environ le nombre minimum de professeurs dans un tel département.

Trois champs de spécialisation vraiment connexes, sinon dans une même discipline, nous paraissent en effet essentiels dans une même institution, pour offrir dans l'un ou l'autre de ces champs un programme de 3e cycle en sciences fondamentales. Toutefois, il nous semble que le nombre de 3 professeurs par champ de spécialisation soit nettement insuffisant. En effet, au moins deux de ces champs, sinon les trois, devraient être développés au point de constituer un regroupement majeur tel que défini au chapitre 10 de ce rapport et compter par conséquent au moins 6 professeurs chacun. L'application de ces deux normes porterait alors à une vingtaine dans une même institution le nombre minimum de professeurs requis dans trois champs de spécialisation connexes pour offrir dans l'un ou l'autre d'entre eux un programme de Ph.D. en sciences fondamentales.

Il ne paraît pas exagéré d'attendre qu'un département compte une vingtaine de professeurs répartis dans trois champs de spécialisation avant de pouvoir offrir le doctorat dans l'un ou l'autre d'entre eux. Dans une perspective de développement des universités en émergence, il serait possible d'envisager qu'un des champs soit dans une discipline connexe aux deux premières et se trouve situé dans un département voisin. Pour l'Université du Québec qui entend fonctionner comme un réseau, surtout au niveau des études avancées, l'un des champs pourrait se trouver dans une autre constituante que les deux autres champs, à la condition bien entendu que les échanges entre les points du réseau soient réels du point de vue des étudiants en ce qui concerne les cours, séminaires, laboratoires, appareils, professeurs, etc.

Deux des champs seulement doivent compter un regroupement majeur, alors que le doctorat pourrait être offert dans les trois champs. Naturellement, le troisième champ doit disposer de ressources suffisantes, disons trois professeurs normalement, pour pouvoir offrir un programme structuré de cours et autres activités du même genre. Dans ce cas, la diversité des échanges entre les trois champs pourrait être suffisante, au profit des étudiants, et le milieu suffisamment riche dans son ensemble pour permettre de décerner des doctorats de qualité.

Certains pourront objecter qu'il ne sera jamais possible dans ces conditions pour une université en émergence de mettre sur pied un programme de doctorat. Pour comprendre que cette objection n'est pas fondée, il suffit de songer à l'évolution normale d'un département. A l'origine, ce dernier compte rarement moins que 10 professeurs qui, de plus, ne sont pas tous dans le même champ de spécialisation. Ces professeurs poursuivent des recherches personnelles. Si la clientèle étudiante le permet, et si d'autres facteurs s'y prêtent, ce département peut faire le projet d'implanter un programme de maîtrise. Cette étape implique en général le recrutement de nouveaux professeurs. Un choix judicieux dans ce cas peut déjà faire qu'avec la collaboration d'un département voisin, on rencontre les normes pour offrir le doctorat. De toute façon, l'étape subséquente en vue du troisième cycle entraîne elle aussi le recrutement de professeurs nouveaux qu'il suffirait de choisir en visant à constituer des regroupements.

Bien que les normes qui viennent d'être exposées tiennent compte de la situation actuelle dans le secteur universitaire des sciences fondamentales, il faut bien comprendre qu'elles s'inscrivent surtout dans la perspective du plan de développement du secteur. Comme nous le signalons au chapitre 10, il faudra d'abord procéder à la définition cohérente des champs de spécialisation suivie de l'établissement, s'il y a lieu, et de la reconnaissance des regroupements majeurs.

6.2.4 La cohérence des programmes

Encore plus qu'au deuxième cycle, la duplication inutile, dans le système universitaire, des programmes de troisième cycle est à éviter. Les institutions devront faire de choix normalement uniques.

Le nombre de programmes de troisième cycle dans un champ de spécialisation donné dépendrait de divers facteurs comme la demande, l'importance du champ, l'état actuel de la répartition des ressources, l'équilibre linguistique.

Le rôle d'assurer la cohérence des programmes, de même que leur adéquation aux objectifs et à l'organisation proposés, devrait continuer d'appartenir au Comité des programmes, ce dernier s'appuyant par ailleurs sur un avis de la Commission de la recherche universitaire en ce qui concerne les champs de spécialisation impliqués dans les programmes de troisième cycle.

RECOMMANDATIONS

6.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Conseil de la politique scientifique prenne toutes les mesures susceptibles de mettre en évidence, en fonction des besoins socio-économiques du Québec, le marché du travail pour les diplômés de 3e cycle en sciences fondamentales.

6.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le premier objectif du 3e cycle en sciences fondamentales soit la préparation au travail;

b) QUE le deuxième objectif du 3e cycle soit la continuation de la spécialisation entreprise au 2e cycle, ou l'étude d'un nouveau champ de spécialisation, mais avec une ouverture suffisante pour couvrir au moins l'ensemble d'un champ de spécialisation;

c) QUE, pour la majorité des étudiants, l'apprentissage de la recherche ne soit pas un objectif du 3e cycle mais que la recherche, autant que possible orientée, serve comme un outil pédagogique.

6.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le doctorat ès sciences (Ph.D.) constitue un programme intégré d'activités pédagogiques, y compris la recherche autant que possible orientée, et que le programme soit identifié par le champ de spécialisation sans pour autant qu'il en soit fait mention dans le titre du diplôme;

b) QUE le doctorat ait une durée minimale de six trimestres et compte 90 crédits après la maîtrise;

c) QUE les universités, d'ici 1981, modifient dans ce sens leurs doctorats actuels en sciences fondamentales et qu'elles fassent rapport au fur et à mesure au Comité des programmes.

6.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE pour offrir un programme de doctorat dans un champ de spécialisation des sciences fondamentales, la norme soit qu'une université compte, en plus du champ concerné, au moins deux autres champs de spécialisation qui lui soient vraiment connexes, et qu'au moins deux des trois champs en question constituent chacun un regroupement majeur reconnu au sens du chapitre 10.

6.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Comité des programmes, dans le cas des programmes de 3e cycle en sciences fondamentales:

a) s'appuie sur les recommandations de l'O.S.F. dans l'élaboration de sa politique des programmes;

b) veille à l'adéquation entre les programmes universitaires et les programmes recommandés par l'O.S.F. au niveau des objectifs aussi bien que de l'organisation;

c) veille à la coordination des programmes dans l'ensemble du système universitaire, en collaboration avec la Commission de la recherche universitaire en ce qui concerne les champs de spécialisation en recherche;

d) dresse en 1981 le bilan des programmes de doctorat à cette date, eu égard à leur adéquation avec ceux de l'O.S.F. et à leur coordination dans l'ensemble du système universitaire.

CHAPITRE 7 - LA FORMATION DES MAITRES

7.1 Introduction

Les problèmes relatifs à la préparation des maîtres responsables de l'enseignement des matières scientifiques aux niveaux secondaire et collégial méritent qu'on leur accorde une attention particulière dans la planification du secteur des sciences fondamentales. Les enseignants de ces niveaux ont évidemment un rôle primordial à jouer dans la préparation des futurs scientifiques et de ceux qui feront carrière dans les domaines de l'ingénierie et de la santé. Ils peuvent aussi avoir une influence déterminante sur la pénétration culturelle des sciences et le progrès de l'humanisme scientifique dont il sera question au chapitre suivant.

Comme nous l'avons constaté aux chapitres 2 et 3, la profession d'enseignant a par ailleurs fourni dans le passé une portion importante de l'éventail de débouchés offerts aux diplômés en sciences fondamentales.

Au mois de mars 1974, le Conseil des universités adressait au ministre de l'Education un avis sur les problèmes qui se posent à la suite de la prise en charge de la formation des maîtres par les universités (1). Le Comité directeur de l'Opération Sciences Fondamentales souscrit entièrement au contenu de cet avis, tant pour ce qui est des objectifs de personnalisation de l'enseignement, de diversification des régimes pédagogiques et de formation pratique qui y sont mis de l'avant, que pour les recommandations touchant l'encadrement de

(1) Conseil des universités, Avis au ministre de l'Education sur la formation des maîtres, Quelques problèmes de la prise en charge de la formation des maîtres par les universités, Québec, mars 1974.

la formation des maîtres, la qualité de cette formation ou le besoin de développer la recherche et l'expérimentation en ce domaine.

Nous désirons aussi souligner de façon toute particulière la recommandation du Conseil des universités (Recommandation 7c de l'Avis au ministre de l'Education sur la formation des maîtres) concernant la nécessité d'évaluer "sans retard les besoins spécifiques du système scolaire en matière de formation et de perfectionnement des maîtres". On verra plus loin dans ce chapitre qu'il est bien difficile, avec les données présentement disponibles, d'arriver à une estimation un peu précise de la demande de nouveaux professeurs de sciences au secondaire et au collégial ou de donner des indications quantitatives sur les besoins de perfectionnement ou de recyclage du personnel en place.

Les autorités du ministère de l'Education sont déjà bien sensibilisées aux questions relatives à la formation des maîtres. Les études poursuivies à la Direction générale de la planification (Groupe Démographie scolaire) fournissent déjà des indications générales fort précieuses pour la détermination des besoins de personnel nouveau. Il reste cependant à préciser la répartition de ces besoins entre les divers secteurs disciplinaires de l'enseignement.

Dans un communiqué daté du 6 mars 1975, le ministre de l'Education annonçait la création d'un comité interne du ministère et la nomination d'un coordonnateur pour tout ce qui touche la formation et le perfectionnement des maîtres:

évaluation des besoins, contenus des programmes et méthodes de formation, entraînement pratique, mécanismes de coordination, probation et certification. "La formation de ce comité interne, déclarait le ministre, exprime nettement la volonté du Gouvernement d'axer la deuxième phase de la réforme scolaire sur le développement des ressources humaines, la première phase ayant été caractérisée par la mise en place d'équipements et de structures". En formulant quelques suggestions et recommandations sur la formation et le perfectionnement des professeurs de sciences au secondaire et au collégial l'O.S.F. espère fournir une contribution utile aux responsables à qui le ministère de l'Education a confié l'étude de ces questions.

7.2 La détermination des besoins

Comme nous l'avons noté ci-dessus, les études effectuées jusqu'à maintenant en vue de prévoir les besoins de personnel dans l'enseignement se limitent à des évaluations globales des effectifs futurs du personnel enseignant et du nombre de nouveaux maîtres qu'il faudrait former pour satisfaire à la demande annuelle aux niveaux de la maternelle, de l'élémentaire, du secondaire et du collégial (2).

---

(2) Yolande LAVOIE et Desmond DUFOUR, "Prévisions de personnel enseignant (1974 à 1986) et de besoins en nouveaux maîtres (1974-75 à 1980-81)". Documents de démographie scolaire N° 33. Direction générale de la planification, MEQ, juillet 1974.

Ces prévisions se basent sur des perspectives de clientèles établies à partir des données démographiques et de certaines hypothèses sur l'évolution des taux de scolarisation (2). Elles prennent aussi en ligne de compte la possibilité que les normes d'encadrement qui servent au calcul du nombre d'enseignants requis soient modifiées, ainsi que la mobilité des enseignants à différents niveaux. Pour ce dernier facteur, on a tout simplement retenu, après avoir examiné les données disponibles dans les fichiers du MEQ (3), des taux annuels constants pour les départs (10% au secondaire, 15% au collégial) et pour les retours (5% et 40% des postes à combler, au secondaire et au collégial respectivement).

Les besoins annuels de nouveaux enseignants sont donc calculés, dans l'étude LAVOIE - DUPOUR (2), en prenant un certain pourcentage (50% ou 60% pour les niveaux qui intéressent l'O.S.F. des postes rendus disponibles par suite de l'évolution de la clientèle, compte tenu des départs du personnel en place et des retours à l'enseignement. Les chiffres obtenus pour chacune des années considérées (Tableau 7.1), varient entre un minimum et un maximum dépendant des hypothèses mentionnées plus haut sur les taux de scolarisation et les normes d'encadrement.

---

(3) Yolande LAVOIE, "La mobilité du personnel de l'enseignement, de 1967-68 à 1971-72". Documents de démographie scolaire, n° 3-32. Direction générale de la planification, MEQ, octobre 1974.

TABLEAU 7.1

Demande de nouveaux professeurs pour l'enseignement secondaire et l'enseignement collégial, de 1975 à 1982

(d'après Réf. 7)

ANNEE	SECONDAIRE		COLLEGIAL	
	min.	max.	min.	max.
1975	1 555	1 939	858	961
1976	1 677	2 050	853	1 016
1977	912	1 579	998	1 321
1978	1 095	1 547	850	1 024
1979	1 011	1 369	743	978
1980	716	961	516	928
1981	602	871	622	1 019
1982	657	987	660	964

On voit qu'au secondaire, il y aura de toute façon une diminution considérable de la demande, alors qu'au collégial l'effet de la dénatalité, qui commencera à se faire sentir après 1977, pourrait être compensé par un accroissement du taux de scolarisation et une diminution du rapport étudiants / professeur.

Il reste à déterminer dans quelle proportion les nouveaux enseignants requis au cours des prochaines années pour les écoles secondaires et les collèges devront être spécialisés dans l'une ou l'autre des disciplines des sciences fondamentales. Faute de mieux, on peut supposer que la répartition des enseignants entre les différentes spécialités restera ce qu'elle est actuellement et que les hypothèses concernant la mobilité du personnel et l'encadrement des étudiants ont la même plausibilité pour le groupe qui nous intéresse que pour l'ensemble.

Malheureusement, les statistiques publiées par le SIMEQ (4) ne donnent aucune indication sur le domaine de spécialisation des enseignants, bien que les données à ce sujet soient emmagasinées dans la banque d'information constituée à partir des rapports annuels des institutions d'enseignement. L'expérience de d'autres groupes d'étude montre que l'exploitation de cette banque n'est pas particulièrement simple (5).

Pour se faire quand même une idée un peu quantitative du nombre d'enseignants dans chaque discipline, l'O.S.P. a utilisé, pour le secondaire, des chiffres tirés du rapport CAFIn2 (6), et pour le collégial, des tableaux fournis par le coordonnateur de la Commission d'étude de la tâche des enseignants au collégial.

---

(4) Service de l'informatique du Ministère de l'Éducation du Québec. "Personnel de l'enseignement. Statistique de l'enseignement 1970/71", Québec, 1972.

(5) Voir par exemple Démographie scolaire. Document N° 0-10 Chapitre 1, et référence 5, Vol. 1, Partie 3.

(6) "Caractéristiques du personnel des institutions d'enseignement du Québec". Rapport de recherche préparé à la demande de la C.S.E.C., 1972.

D'après le rapport CAPLEO, les effectifs du personnel enseignant dans les programmes généraux du niveau secondaire s'élevaient en 1969-1970 à 59 643, dont 6 027 pour les Mathématiques, 1 933 pour la Biologie, 1 233 pour la Chimie, 1 171 pour la Physique et 853 pour les autres sciences naturelles. Ces chiffres sont toutefois supérieurs au nombre réel de personnes, du fait qu'un même individu pouvait être compté plusieurs fois selon le nombre de matières qu'il enseignait. Pour l'ensemble, le nombre moyen de matières enseignées était de 1,41. Si on suppose que cette moyenne générale vaut pour le secteur scientifique, et si on distribue l'enseignement des "autres sciences naturelles" à peu près également entre chimistes, physiciens et biologistes, avec une légère préférence pour les derniers, on obtient les chiffres approximatifs suivants pour les pourcentages de présence, dans les effectifs de l'enseignement secondaire, des quatre principales disciplines de spécialisation:

Mathématiques	15 %
Biologistes	6 %
Chimistes	3,5 %
Physiciens	3,5 %

Au niveau collégial, l'inventaire effectué par la C.E.T.E.C. portait sur les enseignants du secteur public en 1973-1974.

En terme de "temps complet équivalent", les disciplines des sciences fondamentales figurent dans cet inventaire avec les pourcentages suivants:

Mathématiques	14,0 %
Biologie	6,4 %
Chimie	6,2 %
Physique	6,6 %
Géologie	0,16%

Nous supposerons que ces chiffres valent aussi pour l'ensemble des collèges du secteur privé.

A partir de ces deux groupes de pourcentages et des prévisions minimales données au tableau 7.1 pour chacune des années, on obtient l'estimation de la demande de professeurs de science présentée au tableau 7.2 pour les quatre principales disciplines.

TABLEAU 7.2

Demande de professeurs de science pour l'enseignement préuniversitaire, 1975 - 1982

ANNEE	MATHEMATIQUES	BIOLOGIE	CHIMIE	PHYSIQUE
1975	353	148	107	111
1976	370	156	112	115
1977	277	119	94	98
1978	283	120	91	94
1979	256	109	81	84
1980	179	76	57	59
1981	177	85	60	62
1982	191	81	61	64

Sans vouloir exagérer la confiance qu'on peut accorder à des prévisions établies de façon aussi simpliste, il est intéressant de les comparer aux chiffres que nous donnions, au chapitre 2, pour la production probable de diplômés de premier cycle durant les prochaines années: 400 mathématiciens, 600 biologistes, 200 chimistes et 150 physiciens. On peut conclure sans hésitation que l'enseignement continuera encore pendant plusieurs années d'absorber une bonne fraction des diplômés en sciences fondamentales.

La détermination des besoins reste aussi à faire pour ce qui est du perfectionnement des enseignants en exercice. Que ces besoins existent ne fait aucun doute: le tableau 7.3, extrait du rapport CAPIEQ, montre qu'en 1969-1970, une proportion notable des enseignants de sciences au secondaire ne possédaient pas le minimum de seize années d'études préconisé par le rapport Parent.

TABLEAU 7.3

Années de scolarité correspondant au diplôme le plus élevé des enseignants au secondaire en 1969 - 1970, selon les matières enseignées

(d'après Réf. 6)

Matière	Scolarité				
	16 ans ou plus	14-15 ans	13 ans ou moins	Indét.	Total
	%	%	%	%	N = 100%
Mathématiques	56,1	41,4	21,1	1,4	6 027
Biologie	40,0	56,7	21,6	1,7	1 953
Chimie	58,6	30,8	8,4	2,2	1 233
Physique	52,4	37,0	8,5	2,0	1 171
Autres sc. nat.	42,0	34,0	21,3	2,7	853

Le nombre impressionnant d'inscriptions au programme de perfectionnement des maîtres en mathématiques (PEMMAMA) (1 500 en 1970, réduit à 800 en 1974) offert par l'Université du Québec, aussi bien que la présence de beaucoup d'enseignants en exercice inscrits à temps partiel dans les programmes réguliers de formation d'enseignants, témoignent par ailleurs de la volonté des maîtres en exercice de profiter des occasions qui leur sont offertes de compléter leur formation.

L'analyse des "besoins qualitatifs et quantitatifs du système scolaire afin de développer des politiques relatives à la formation de nouveaux maîtres et au perfectionnement des maîtres en exercice" constitue le premier article du mandat confié au Comité dont nous avons rappelé la création au début du chapitre. Il faut espérer que cette analyse apportera des précisions suffisamment détaillées pour chacune des disciplines de sciences fondamentales.

7.3 Les programmes actuels et leur clientèle

L'autorisation d'enseigner aux niveaux d'éducation régis par les règlements du ministère de l'Éducation est décernée suivant les dispositions du règlement N° 4, qui date de 1966, complété par des règles administratives faisant l'objet d'une révision annuelle. Cette autorisation prend d'abord la forme d'un permis valide pour cinq ans mais donnant le droit d'enseigner durant seulement deux (exceptionnellement trois) de ces cinq années. Après deux années d'enseignement, le permis de l'enseignant jugé compétent est remplacé par un brevet. Le détenteur d'un brevet conserve les droits qui y sont attachés, quels que soient les changements subséquents dans les règles régissant l'autorisation d'enseigner.

Pour obtenir un permis d'enseigner, il faut, après une treizième année d'études ou l'équivalent, avoir terminé avec succès, dans une institution reconnue, un programme approuvé de formation. La nature et la durée des programmes approuvés varient selon les niveaux et les champs d'enseignement auxquels l'enseignant se destine. Tous ces programmes doivent cependant comporter au minimum une année, ou l'équivalent, de cours théoriques et de travaux pratiques de nature psychopédagogique.

Le ministre de l'Education peut toutefois, lorsqu'il juge que la situation de l'emploi justifie une telle mesure, émettre des autorisations provisoires d'enseigner, valides pour un an et renouvelables, à des personnes qui ne satisfont pas à toutes les conditions requises pour le permis, en particulier en ce qui concerne les connaissances théoriques de nature psychopédagogique et la formation pratique acquise dans les stages. En ce qui concerne la connaissance du champ d'enseignement, les normes présentement en vigueur sont les suivantes:

a) au niveau secondaire, pour les disciplines de formation générale et de formation de base, une formation de seize années de scolarité comportant un diplôme universitaire de premier cycle dans le champ d'enseignement;

b) au niveau collégial, pour les disciplines de formation générale et de formation de base, une formation de seize années de scolarité comportant un diplôme universitaire de premier cycle dans le champ d'enseignement, bien que l'objectif soit une formation de dix-sept années comportant un diplôme de maîtrise ou un diplôme équivalent.

Correspondant à ces exigences de certification, il existe dans les établissements universitaires québécois une variété assez considérable de programme dits de formation des maîtres qu'on peut classer en trois catégories:

(i) Programmes de baccalauréat dont les diplômés satisfont d'emblée aux exigences du règlement N° 4, tant du point de vue de la formation disciplinaire que du point de vue de la préparation pédagogique. Pour les sciences, on trouve dans cette catégorie les programmes de baccalauréat en enseignement secondaire des universités francophones, comportant essentiellement une majeure de 60 crédits dans une discipline - mathématiques, biologie, chimie ou physique - et une mineure de 30 crédits en sciences de l'éducation. Les stages pratiques sont en général inclus dans la mineure, de même que les cours de didactique. A l'Université de Sherbrooke, ces derniers sont rattachés à la partie disciplinaire du programme. Chez les anglophones, il y a à McGill deux types de baccalauréat en enseignement des sciences, le "major program", donnant une formation dans une discipline d'enseignement et en psychopédagogie, et le "general program" où la partie disciplinaire est partagée entre deux disciplines.

(ii) Programmes complémentaires destinés à fournir à des candidats possédant déjà, en général, un diplôme de premier cycle, la formation psychopédagogique requise par le règlement N° 4 et parfois aussi une connaissance plus poussée de la discipline. On peut classer dans cette catégorie les programmes de trente crédits de psychopédagogie, de didactique et de stage qui conduisent aux certificats d'enseignement secondaire ou collégial décernés par l'Université Laval, l'Université de Montréal et l'Université de Sherbrooke. Des programmes analogues, menant à un "Diplôme en Education" sont offerts par les trois universités anglophones.

(iii) Programmes de maîtrise préparant à l'enseignement des sciences. Il existe quelques programmes appartenant à cette catégorie. On a d'abord à l'Université de Montréal une maîtrise ès arts (enseignement). Les candidats à ce grade possèdent déjà un baccalauréat spécialisé ou du moins un baccalauréat avec majeure dans une discipline d'enseignement. Le programme de la maîtrise est étendu sur une période de douze mois et comporte 45 crédits. On y retrouve les cours de psychopédagogie et de didactique des certificats d'enseignement secondaire ou collégial, des cours à option dans la discipline d'enseignement ou en sciences de l'éducation et une période d'internat qui compte pour six à neuf crédits et qui a pour but de plonger l'étudiant dans le milieu scolaire. A l'Université du Québec à Montréal, la maîtrise en mathématiques comporte une option en enseignement des mathématiques. Cette option est accessible aux détenteurs d'un B.Sc. en mathématiques ou d'un B.Sc. en enseignement des mathématiques, et elle peut se faire suivant deux formules: maîtrise avec stage et maîtrise avec mémoire.

Les autres maîtrises en enseignement qui intéressent l'O.S.P. sont offertes par des institutions anglophones. A McGill, il existe une maîtrise en éducation dans différentes disciplines d'enseignement. Le programme de ces maîtrises est de deux années, dont une usuellement à temps complet. La première année est consacrée à l'étude de la discipline, dans le département approprié, la seconde à l'étude de l'enseignement de la discipline, à la faculté d'éducation. A Concordia, on a les trois programmes suivants: Master in the Teaching of Mathematics (MTM), M.Sc. in Teaching of Chemistry et M.Sc. in Teaching of Biology. Le plus ancien de

ces programmes, le MTM remonte à 1967. L'objectif de ce programme est essentiellement de compléter la formation disciplinaire de bacheliers déjà engagés dans l'enseignement. Il en est de même pour les deux autres programmes de maîtrise en enseignement des sciences implantés plus récemment, celui de Chimie en 1973 et celui de Biologie en 1974.

La Commission de la formation du personnel du système scolaire de la D.G.E.S. prépare chaque année une compilation des clientèles des programmes de formation des maîtres offerts par les institutions universitaires. On trouve dans cette publication le nombre d'étudiants inscrits dans chacun des programmes, répartis en deux catégories, ceux qui sont déjà en exercice en milieu scolaire et ceux qui ne le sont pas encore (7). Nous présentons dans le tableau 7.4 un sommaire des données de 1974-1975 pour les programmes préparant à l'enseignement des sciences au secondaire ou au collégial.

Le programme PERMAMA de l'Université du Québec, de même que les maîtrises des universités anglophones et de l'U.Q.A.M., ne sont pas inclus dans ces statistiques. Les chiffres fournis directement à l'O.S.F. par les registraires pour les inscriptions à l'automne 1974 sont de 800 dans le cas de PERMAMA et de 192 pour l'ensemble des trois maîtrises en enseignement de Concordia. Pour la maîtrise en mathématiques à l'U.Q.A.M., il y avait une trentaine d'étudiants, en majorité à temps partiel, mais on ne sait pas combien d'entre eux étaient dans l'option enseignement. Le mémoire présenté par McGill lors de l'audience du 14 novembre 1975 signale que pour 1974-75, 46 étudiants étaient inscrits aux programmes de maîtrise en enseignement des sciences de cette institution.

---

(7) Situation de la formation du personnel du système scolaire québécois en 1974-75. D.G.E.S., MEQ, avril 1975.

TABLEAU 7.4

SITUATION DE LA FORMATION DU PERSONNEL SCOLAIRE ENSEIGNANT

EN 1974-75

Programmes approuvés de formation en vue
de l'enseignement des disciplines de sciences fondamentales
au niveau secondaire ou collégial
Statistiques de l'inscription des étudiants

(D'après réf. 7)

UNIVERSITES	CANDIDATS INSCRITS EN 1974-75	
	Déjà en exercice en milieu scolaire	Non encore en exercice en milieu scolaire
Université Laval	34	71
Université de Montréal	110	35
Université de Sherbrooke	64	31
UQAC	16	17
UQAM	140	68
UQAR	21	16
UQTR	36	17
DEUOQ	38	1
Université Bishop's	0	3
Université Concordia	88	0
Université McGill	15	79
Total pour les institutions franc francophones	459	256
Total pour les institutions anglophones	103	82
Grand total	562	338

On a donc au total une clientèle de près de deux milliers d'étudiants inscrits à des programmes de formation ou de perfectionnement en enseignement des sciences.

Le partage des inscriptions entre les différentes catégories de programmes est le suivant:

Universités francophones

Baccalauréats Sciences-Pédagogie (sans compter PERMAMA)	460
Programmes complémentaires	239
Maîtrises	20

Universités anglophones

Baccalauréats Sciences-Pédagogie	26
Programmes complémentaires	159
Maîtrises	238

Pour ce qui est de la répartition entre les disciplines d'enseignement, les mathématiques viennent en premier lieu, avec à peu près 50% de la clientèle (sans compter PERMAMA), suivies par la biologie (20%), la chimie (15%), la physique (10%) et les programmes bidisciplinaires de McGill (5%). Cette répartition reflète assez bien celle que nous avions au tableau 7.2 pour la prévision de la demande.

Le tableau des inscriptions pour 1974-1975 montre aussi qu'une fraction appréciable de la clientèle des programmes considérés est déjà engagée dans l'enseignement: près des deux tiers dans le cas des universités francophones et environ la moitié dans le cas des universités anglophones. La plupart des programmes -

même les programmes de baccalauréat - semblent donc de remplir un double rôle, celui de programmes de formation première et celui de programmes de perfectionnement. Ils ne sont cependant pas conçus véritablement - sauf dans le cas de PERMAMA et peut-être aussi dans le cas des maîtrises de Concordia - pour assurer à des enseignants possédant déjà l'expérience de l'enseignement les éléments de formation disciplinaire et pédagogique qui leur ont manqué dans leurs études antérieures.

Par contre, le programme PERMAMA (Perfectionnement des maîtres en mathématiques) de l'Université du Québec est un véritable programme de perfectionnement pour enseignants en sciences fondamentales. Dispensé à des professeurs en exercice par les constituantes de Montréal, de Trois-Rivières, de Chicoutimi, de Rimouski, ainsi que par la Direction des études dans l'Ouest québécois, avec l'aide de la Télé-université, ce programme comporte un bloc de vingt cours spéciaux en mathématiques ou en didactique des mathématiques, quinze crédits de cours en sciences de l'éducation, six crédits de stage et neuf crédits de cours libres. Pour être admis, il faut avoir au moins vingt-trois ans et posséder trois années d'expérience dans l'enseignement des mathématiques ou des sciences. Des équivalences peuvent être accordées pour des crédits obtenus dans d'autres programmes universitaires, ainsi qu'aux détenteurs de divers brevets d'enseignement.

Le programme a débuté en 1970-1971, et les cours spéciaux sont dispensés suivant une séquence établie au départ et qui permettra aux étudiants d'obtenir leur Baccalauréat spécialisé en enseignement secondaire (mathématiques) à la fin du trimestre d'hiver 1977. A la fin de l'année 1974-1975, la moitié des vingt cours devaient avoir été dispensés, et un certificat devait être remis aux étudiants qui les avaient suivis tous avec succès.

La plupart des dix premiers cours spéciaux ayant été donnés au moins deux fois, un certain nombre d'étudiants ont pu s'inscrire après la mise en marche du programme. Mais la majeure partie de la clientèle provient d'une cohorte qui comptait 1 500 étudiants au départ, 1 400 à l'automne 1972, 1 100 à l'automne 1973 et 800 à l'automne 1974. La répartition entre les constituantes est à peu près la suivante: UQAM 35%, UQTR 30%, UQAR 17%, UQAC 15%, DEUOQ 3%.

7.4 Changements proposés

7.4.1 Programmes de formation première

Nous avons insisté, dans les trois chapitres qui précèdent celui-ci, sur la nécessité d'assigner des objectifs précis, en termes de types de fonction de travail, aux programmes de formation en sciences fondamentales. Même si les fonctions de travail ne sont pas toujours prévisibles de façon très nette, il est possible d'en tenir compte en faisant une place plus large aux applications de la discipline et à son utilisation dans le traitement de problèmes socio-économiques. La situation est toutefois différente dans le cas des programmes destinés aux futurs enseignants. On a affaire dans ce cas à des fonctions de travail bien identifiées, bien définies et bien visibles. Il serait donc normal qu'on offre d'une part des programmes spécialement conçus pour préparer à ces fonctions, et qu'on s'efforce d'autre part de renseigner les étudiants sur les débouchés qui existent.

Les programmes actuels, en particulier les baccalauréats d'enseignement secondaire des universités francophones, n'ont pas été élaborés en vue de préparer à une carrière dans l'enseignement. Les majeures en science qui figurent dans ces programmes ne sont pas orientées vers l'objectif spécifique de la formation des enseignants. On peut dire que ces majeures sont à peu de chose près des programmes spécialisés tronqués de leur dernier tiers. Le défaut de spécificité de ces programmes est sans doute, en plus du manque d'information sur les débouchés, une des raisons pour lesquelles les étudiants en science considèrent rarement dès leur arrivée à l'université la possibilité de s'orienter vers l'enseignement. La plupart envisagent avant tout une carrière professionnelle, comme praticien ou de préférence comme chercheur, en chimie, en physique, en mathématiques, en biologie ou en géologie. Ce n'est souvent que vers la fin de leur deuxième année que quelques-uns songent à l'enseignement, faute dans bien des cas d'être en mesure de poursuivre des études supérieures, ou par crainte de ne pas trouver immédiatement un emploi intéressant avec un diplôme spécialisé de premier cycle. Ils décident alors de passer du programme spécialisé au programme de la majeure et de s'inscrire à la mineure en sciences de l'éducation.

Les choses se passent à peu près de la même façon dans les universités anglophones. La majorité des diplômés de ces institutions qui vont dans l'enseignement des sciences s'inscrivent à un certificat ou diplôme d'enseignement après avoir terminé un baccalauréat avec "Major" ou même "Honours".

La situation n'est pas plus satisfaisante du côté de la préparation des futurs enseignants de sciences fondamentales au collégial. Le professeur de CEGEP n'a le plus souvent reçu aucune formation pédagogique préalable. L'enseignement spécialisé qu'il a reçu avait comme principal objectif l'approfondissement d'une discipline ou la préparation à la pratique d'une branche du génie. Même dans le cas des nombreux professeurs de science au collégial qui sont possesseurs d'une maîtrise ou d'un doctorat, on peut se demander si la formation par la recherche dont témoignent ces diplômes de 2e et de 3e cycle constitue vraiment une bonne préparation à l'enseignement à ce niveau.

Dans l'esprit de bien des scientifiques, l'approfondissement d'une discipline par les études spécialisées et la recherche est la seule préparation valable pour l'enseignement de cette discipline. C'est en fait la seule qu'on exige des professeurs de science à l'université. Il est facile de penser qu'un programme permettant de former un professeur d'université, réduit peut-être dans sa longueur, est le programme idéal pour la formation des maîtres du secondaire et du collégial, à la condition d'ajouter quelques cours de pédagogie et de didactique en raison de la jeunesse et de la moindre maturité des étudiants à qui ces futurs maîtres auront à enseigner.

Nous ne partageons pas cette opinion. Nous pensons au contraire que l'enseignement des sciences aux maîtres en formation doit tenir compte de leurs fonctions de travail éventuelles et que l'enseignement de la psychopédagogie et de la didactique doit être aussi intégré que possible, dans le programme du futur maître, à l'enseignement des disciplines scientifiques.

Nous proposons donc qu'on crée des programmes de 1er et de 2e cycles spécialement conçus pour la préparation des maîtres en sciences fondamentales. Ces programmes devraient être structurés autour des six grands axes suivants:

1) l'étude des concepts fondamentaux et des principales méthodes expérimentales, à l'exclusion des sujets qui ne font que préparer à des études ultérieures plus approfondies n'intéressant pas le futur enseignant comme tel;

2) l'étude des relations entre les disciplines sur lesquelles porte directement le programme et les autres disciplines scientifiques;

3) l'étude des applications des disciplines du programme au monde qui tombe sous le sens de l'étudiant au niveau secondaire et collégial;

4) la réflexion sur l'histoire des disciplines du programme, leur rôle dans la société, leur place dans l'ensemble du savoir;

5) la didactique et la psychopédagogie intégrées aux quatre axes précédents, pour permettre au futur enseignant d'apprendre à enseigner en étant le témoin critique et éclairé de son propre apprentissage;

6) les stages d'enseignement pratique.

Le programme de formation des maîtres du secondaire devrait être un programme de baccalauréat de 90 crédits dont la première année, c'est-à-dire trente crédits, serait la même que pour le

programme spécialisé. Les deux autres années devraient compléter la formation scientifique par des cours spécialement destinés aux futurs enseignants, en plus de fournir les connaissances requises en psychopédagogie et d'assurer la préparation par des stages. Le partage des crédits du programme entre les deux parties, formation scientifique et préparation pédagogique pourrait rester le même que dans les baccalauréats d'enseignement actuels, c'est-à-dire 60 et 30 crédits pour la première et la deuxième respectivement. Mais ces nombres de crédits n'ont rien d'absolu ou de magique: il serait peut-être même souhaitable qu'on ne fasse pas la distinction durant les dernières années, entre les deux catégories de cours qui pourraient être en grande partie intégrées, sauf en ce qui concerne les stages pratiques.

Cette structure de programme permettrait de surmonter les deux principales difficultés qui ont jusqu'ici fait obstacle à l'implantation de programmes spécialement conçus pour la formation des maîtres. Les étudiants n'auraient à choisir cette orientation qu'après une année complète à l'université. Le nombre de cours en sciences spéciaux à ces étudiants ne serait par ailleurs pas trop considérable.

Etant donné l'évolution récente de l'enseignement des sciences, il est certain que les connaissances scientifiques acquises dans une soixantaine de crédits de cours sont suffisantes pour préparer l'enseignant à exercer ses fonctions au niveau secondaire. En France, par exemple, où la formation des maîtres a toujours reçu une attention particulière, le futur maître, depuis la réforme de 1966, poursuit deux années d'études en sciences, le D.U.E.S., avant d'entreprendre les deux années d'étude et de réflexion sur l'enseignement des

sciences qui lui vaudront la maîtrise au sens de l'Université française. Il est à noter de plus que le D.U.E.S. débute à un niveau moins avancé que celui de la fin de notre niveau collégial.

On pourrait penser, pour assurer la polyvalence des maîtres au secondaire, aussi bien que la fécondation les unes par les autres des différentes matières enseignées, à donner à ces nouveaux baccalauréats d'enseignement secondaire une forme bidisciplinaire: chimie-biologie, physique-mathématiques, chimie-physique, physique-géologie. De telles combinaisons présentent cependant des inconvénients qui l'emportent, croyons-nous sur l'intérêt qu'elles peuvent présenter à première vue. Le principal de ces inconvénients est le risque de se retrouver avec des superpositions mal intégrées de tranches empruntées aux programmes spécialisés des deux disciplines en question. Ce que nous avons dit au paragraphe 4.2.5 touchant le caractère unidisciplinaire d'une formation scientifique sérieuse au niveau du premier cycle s'applique à fortiori dans le cas des futurs enseignants.

A ce programme de premier cycle devrait s'ajouter un programme de deuxième cycle, la maîtrise en enseignement des sciences, avec option dans l'une ou l'autre discipline. Ce programme devrait être conçu pour permettre aux possesseurs d'un baccalauréat d'enseignement de compléter leur formation de base dans leur discipline et d'acquérir des connaissances plus poussées en psychopédagogie et en didactique. Ces deux volets devraient être reliés aussi étroitement que possible et constituer un ensemble structuré suivant les mêmes axes que le programme de premier cycle. Il pourrait

s'agir d'une maîtrise avec stage ou avec mémoire, assimilable dans une certaine mesure aux maîtrises ès sciences dans des domaines d'application que nous avons préconisées au chapitre 5, le domaine d'application étant naturellement ici l'enseignement préuniversitaire d'une discipline scientifique.

Un tel programme serait la voie normale d'accession aux carrières de l'enseignement collégial, soit immédiatement à la suite de l'obtention du baccalauréat en enseignement, soit encore après quelques années d'expérience dans l'enseignement secondaire.

Une des objections que l'on oppose parfois à la création de programmes conçus spécifiquement pour de futurs enseignants est la crainte que le détenteur d'un diplôme d'enseignement ne puisse après coup se réorienter vers d'autres fonctions de travail et soit, comme on dit parfois non sans une certaine hauteur, condamné à l'enseignement. Cette objection est sans fondement, si le programme de baccalauréat destiné au futur enseignant comporte une formation de base dans une discipline au moins équivalente à celle qu'on trouve dans le programme "major" suivi par la grande majorité des diplômés en sciences de l'Amérique du Nord. Le porteur du baccalauréat d'enseignement qui le désire pourra toujours s'orienter vers les fonctions de travail ouvertes à ce type de diplômé ou effectuer le rattrapage nécessaire pour être admissible aux programmes de maîtrise dans les autres domaines d'application et les différents champs de spécialisation de sa discipline.

Il est certain que ces nouveaux programmes de formation des maîtres y gagneraient en qualité si on pouvait les concentrer dans une seule institution pour chacun des deux secteurs linguistiques. La chose pourrait se faire aisément dans le cas des anglophones, où la clientèle et les débouchés sont surtout dans la région montréalaise, en répartissant la tâche, suivant les disciplines ou suivant les deux niveaux, entre McGill et Concordia. Pour le secteur de langue française, nous croyons qu'il est important d'assurer partout la plus grande accessibilité aux carrières de l'enseignement. Il nous paraît par conséquent souhaitable que des baccalauréats en enseignement des sciences soient offerts dans la plupart des institutions, même si la rentabilité de ces programmes devait rester faible. Les programmes de maîtrise ne pourraient évidemment exister en autant d'exemplaires, et leur répartition entre les institutions devra être étudiée soigneusement par le ministère de l'Education, en concertation avec tous les intéressés.

La mise sur pied de nouveaux programmes de formation pour les professeurs de science n'aura toutefois des chances de réussir que si elle se situe dans le cadre d'une politique d'ensemble bien définie pour la préparation des enseignants. Si on juge qu'il est opportun de ménager des voies plus adéquates pour l'accession aux carrières de l'enseignement, il faudra à un moment donné supprimer les voies parallèles en modifiant, sous réserve bien entendu des droits acquis, les règles relatives à l'octroi des brevets et des permis d'enseignement.

7.4.2 Programme de perfectionnement

Comme nous l'avons noté plus haut, on peut dire qu'exception faite de l'expérience remarquable de PERMAMA et des programmes de maîtrise de Concordia, tout reste à faire dans le domaine du perfectionnement des professeurs de science des niveaux préuniversitaires, plus particulièrement du secondaire. On essaie bien, dans toutes les universités, de faciliter aux enseignants l'inscription à temps partiel dans les programmes réguliers. Mais ces programmes réguliers - même s'ils sont réaménagés suivant nos recommandations - ne sont pas ce qu'il faut pour la plupart des enseignants en exercice.

Les activités éducatives relatives au perfectionnement des maîtres doivent en effet prendre des modalités bien différentes de celles qui se rapportent à la formation première et beaucoup plus diversifiées que ces dernières. Les objectifs du perfectionnement ne sont pas les mêmes que ceux de la formation première comme nous le verrons plus loin dans le chapitre de ce rapport consacré à l'éducation permanente. La durée et le contenu des programmes, aussi bien que les conditions d'admission, doivent être différents. Il ne faut surtout pas que le perfectionnement soit considéré comme une formation au rabais. Il doit conduire à une reconnaissance tout aussi officielle et rentable que celle que l'on accorde à l'enseignement régulier.

Il ne saurait donc être question de demander à toutes les universités de s'occuper du perfectionnement des professeurs de sciences au secondaire d'autant plus que cette activité présente un caractère temporaire et peut s'étaler dans

chaque discipline sur une période d'environ cinq à dix. Il faut au contraire confier à une seule institution, dans chaque groupe linguistique, la mission de mettre sur pied les programmes requis et d'en diriger l'administration, tout en utilisant, au moyen d'arrangements appropriés, les compétences présentes dans les autres institutions.

L'Université du Québec est tout indiquée pour assumer cette responsabilité dans le secteur francophone, tant en raison de la vocation spécifique que lui a assignée le législateur que des moyens particuliers que lui donnent son organisation en réseau et la distribution géographique de ses activités, sans compter l'avance qu'elle a prise, avec PERFORMA, dans le domaine du perfectionnement des professeurs de science.

Chez les anglophones, l'institution qui nous paraît la plus en mesure d'assumer la responsabilité du perfectionnement des maîtres est l'Université Concordia, qui a pris elle aussi une certaine avance dans ce domaine avec ses maîtrises en enseignement des mathématiques, de la chimie et de la biologie.

Nous croyons à propos d'insister ici pour que toutes les mesures soient prises afin que l'opération de perfectionnement des maîtres de sciences en exercice se fasse le plus rapidement possible et soit terminée au plus tard dans dix ans. La réforme de l'enseignement secondaire et la création de l'enseignement collégial amorcées par le rapport Parent datent déjà d'une dizaine d'années; il nous paraîtrait aberrant que tout le personnel responsable de l'enseignement des sciences n'ait pas encore une formation adéquate après une autre décennie.

7.4.3 Recyclage

Nous venons de traiter du perfectionnement des enseignants. Nous avions vu précédemment que, selon les estimations de CAPIEQ, la moitié environ des enseignants au secondaire n'ont pas terminé l'équivalent d'un premier cycle d'études universitaires. Il ne faudrait pas s'imaginer que tous ceux-là voudront ou pourront s'engager dans un programme complet de perfectionnement.

D'autre part, l'autre moitié des enseignants qui ont, eux, terminé l'équivalent d'un 1er cycle, n'ont pas tous reçu la formation qu'on souhaiterait. Certains ont accumulé les seize années de scolarité exigées par le règlement N^{O} 4 de différentes façons qui ne leur ont pas toujours procuré une formation scientifique suffisante. D'autres ont suivi des programmes universitaires traditionnels de science ou d'ingénierie qui ne sont pas les plus aptes à former des enseignants.

Par conséquent, plusieurs enseignants auraient avantage, et seraient sans doute intéressés, à entreprendre des activités pédagogiques spécifiques en sciences fondamentales, de courte durée, que nous appellerons selon l'usage courant des activités de recyclage. Ces activités, combinées aux programmes de perfectionnement seraient de nature à améliorer grandement l'enseignement des sciences au niveau secondaire. Elles pourraient d'ailleurs avoir un effet d'entraînement sur le phénomène de perfectionnement en sensibilisant des enseignants et en les incitant à poursuivre des études plus complètes.

Par ailleurs, le recyclage est un processus continu. Même lorsque les programmes de perfectionnement seront terminés, même lorsque les nouveaux programmes de formation première formeront adéquatement les nouveaux enseignants, tous les enseignants en exercice voudront périodiquement se livrer à des activités pédagogiques de recyclage afin de suivre l'évolution des sciences et de l'enseignement des sciences. La nature très accaparante de leurs fonctions et le contexte dans lequel elles s'exercent ne leur permettent qu'en faible partie de faire ce recyclage en situation, tout en enseignant. Il faudrait dès maintenant, et par la suite d'une manière permanente prévoir des mécanismes de recyclage des enseignants.

Nous n'avons pas la prétention ici de proposer une stratégie complète de recyclage. Nous voudrions toutefois en amorcer le processus. Cette stratégie devrait reposer principalement sur un ou deux centres universitaires munis de laboratoires et capables de desservir toutes les institutions d'enseignement préuniversitaires. La Télé-université de l'Université du Québec pourrait certainement être mise à profit dans ce cadre.

Ces centres universitaires seraient appelés à s'intéresser à la recherche sur l'enseignement des sciences. Ils devraient regrouper des scientifiques universitaires, des enseignants, des psychologues et des sociologues.

RECOMMANDATIONS

7.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education

a) poursuive et complète le plus rapidement possible ses études de prévision de personnel enseignant de façon à préciser les besoins en nouveaux maîtres spécialisés dans les différentes disciplines de sciences fondamentales;

b) évalue sans retard les besoins de l'enseignement secondaire et de l'enseignement collégial en matière de perfectionnement des maîtres en exercice, dans le secteur des sciences fondamentales;

c) assure par la suite la mise à jour fréquente de ces évaluations de besoins, ainsi que leur révision en fonction des modifications apportées aux programmes et à l'organisation de l'enseignement secondaire et de l'enseignement collégial;

d) prenne les mesures nécessaires pour informer les étudiants au CEGEP et à l'université, des débouchés qui existent dans l'enseignement des sciences aux niveaux secondaire et collégial.

7.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le ministère de l'Education, dans le cadre des travaux déjà entrepris sur les différents problèmes touchant la formation des enseignants aux niveaux préuniversitaires, préconise le remplacement des programmes de 1er cycle offerts présentement par les universités pour préparer à l'enseignement des sciences au secondaire par de nouveaux programmes de baccalauréat spécifiquement conçus à cette fin et structurés autour des six grands axes identifiés par l'O.S.F.

b) QUE ces nouveaux programmes soient élaborés en tenant compte des suggestions de l'O.S.F., en particulier pour ce qui concerne

(i) le caractère unidisciplinaire de ces programmes

(ii) l'existence d'une première année commune pour le programme du baccalauréat d'enseignement dans une discipline et le programme de baccalauréat spécialisé dans la même discipline

(iii) l'intégration, au niveau des deux autres années du programme de baccalauréat d'enseignement, des éléments de formation scientifique et des éléments de préparation psychopédagogique ou didactique.

7.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education, dans le but d'atteindre l'objectif qu'il a fixé quant à la scolarisation minimale des enseignants au niveau collégial, encourage la mise au point de programmes de maîtrise susceptibles de fournir au détenteur d'un baccalauréat en enseignement dans une discipline scientifique, les compléments requis pour être en mesure d'enseigner la même discipline au niveau collégial.

7.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'implantation dans les universités des nouveaux programmes de baccalauréat et de maîtrise en enseignement des sciences se fasse suivant un plan établi par le ministère de l'Education en concertation avec les universités et assurant, sans duplications inutiles, l'accessibilité sur les plans régional et linguistique, des carrières de l'enseignement des sciences.

7.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education modifie, à compter d'une date établie en fonction du calendrier d'implantation des nouveaux programmes de formation des maîtres, et sous réserve des droits acquis antérieurement, les règles administratives relatives à l'autorisation d'enseigner, de façon que ces nouveaux programmes constituent la voie normale de préparation aux postes d'enseignants au secondaire et au collégial.

7.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le ministère de l'Education prenne les mesures requises pour que le perfectionnement des professeurs de sciences au secondaire soit complété au cours des dix prochaines années,

b) QUE la responsabilité des programmes nécessaires à ce perfectionnement soit confiée:

(i) pour le secteur de langue française, à l'Université du Québec, avec l'aide, aux moyens d'arrangements appropriés, des compétences présentes à l'Université Laval et à l'Université de Sherbrooke, compte tenu du caractère local du perfectionnement des enseignants;

(ii) pour le secteur de langue anglaise, à l'Université Concordia.

7.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec crée un centre où les professeurs de sciences fondamentales au secondaire et au collégial pourront se livrer à des activités de recyclage, afin de suivre l'évolution des sciences et de l'enseignement des sciences.

CHAPITRE 8 - HUMANISME SCIENTIFIQUE ET ENSEIGNEMENT PREUNIVERSITAIRE

La composante scientifique et technologique de la société, dans la deuxième moitié de notre siècle, est plus importante qu'à toute autre époque. Le quotidien de tous est directement lié à des réalisations techniques, applications souvent immédiates des multiples travaux et découvertes en sciences fondamentales. En fait, la pénétration de la pensée scientifique se fait maintenant sentir jusqu'au niveau des activités humaines traditionnellement réservées naguère à une méthodologie intuitive. L'analyse et l'organisation des systèmes, dont relèvent les fonctions essentielles de la société et qui sont parfois fort éloignées des sciences et de la technologie, prennent aujourd'hui couramment l'aspect d'un cheminement scientifique, exclusivité autrefois de chercheurs isolés et peu nombreux. C'est cette réalité contemporaine que Pierre-Henri Simon constate, de prime abord, dans son essai "Questions aux savants"(1): "... une économie, une politique et une culture tellement compliquées dans leurs organes et si parfaitement rationalisées dans leurs principes que l'autorité ne peut rien sans une information et des méthodes qui relèvent de la science et recourent constamment aux mathématiques".

Nul ne peut nier cependant que cette situation soulève le problème des rapports entre la société et ceux qui oeuvrent directement au niveau des articulations du monde actuel. Et c'est bien ici que Jacques Monod situe la plus grave des aliénations: "Les techniques issues de la sciences moderne

---

(1) P.-H. Simon, Questions aux savants, Ed. du Seuil, 1969 pp. 9-10

dépassent l'entendement de la plupart des hommes et sont pour eux une cause d'humiliation permanente... Les sociétés modernes vivent, apprennent, enseignent encore - sans y croire d'ailleurs - des systèmes de valeurs dont les bases sont ruinées, alors que, tissées par la science, ces sociétés doivent leur émergence à l'adoption, le plus souvent implicite et par un très petit nombre d'hommes, de cette éthique de la connaissance qu'elles ignorent".(2)

C'est dans ce contexte qu'il convient d'examiner l'enseignement préuniversitaire, aussi bien élémentaire que secondaire et collégial. Dans cet enseignement, la connaissance et la compréhension de l'environnement naturel sont des éléments essentiels. C'est pourquoi la formation offerte à ce niveau ne peut exclure, sous peine de manquer une part importante de ses objectifs, la connaissance des concepts fondamentaux de la science. Les bases de la culture inculquée doivent être adaptées à une vision moderne du monde.

On accuse souvent les scientifiques d'être imperméables aux problèmes humains, le langage des sciences et des techniques d'être incompréhensible ou sans signification pour la majorité des personnes oeuvrant hors des sciences. Mais est-il suffisant d'exiger un effort unilatéral des seuls scientifiques? Les connaissances scientifiques ayant par définition une portée universelle, toutes les couches de la société devraient aussi bénéficier de leur diffusion, base de tout dialogue constructif. Pour cela, l'acquisition des éléments indispensables d'une culture scientifique doit être permise à tout individu qui recherche dans le système d'éducation une préparation adéquate pour ses activités futures.

---

(2) Leçon inaugurale au Collège de France, 3 novembre 1967

La Commission internationale de l'UNESCO sur le développement de l'éducation (Rapport Faure) a clairement favorisé cette orientation. Elle se base sur une conception commune qu'elle qualifie "d'humanisme scientifique". Elle le définit comme une conception humaniste qui place au centre de ses préoccupations l'homme et son plein-être, conçu comme une finalité; mais elle le considère aussi comme scientifique pour autant que le contenu de l'humanisme restera défini - et par là enrichi - par tout ce que la science continuera d'apporter de nouveau dans le domaine des connaissances sur l'homme et sur le monde. "C'est pourquoi la Commission a considéré comme essentiel que la science et la technologie deviennent des éléments omniprésents et fondamentaux de toute entreprise éducative; qu'elles s'insèrent dans l'ensemble des activités éducatives destinées aux enfants, aux jeunes et aux adultes, afin d'aider l'individu à dominer non seulement les forces naturelles et productives, mais aussi les forces sociales et, ce faisant, acquérir la maîtrise de soi, de ses choix et de ses actes; enfin, qu'elles aident l'homme à s'imprégner de l'esprit scientifique, de façon à promouvoir les sciences sans en devenir l'esclave."(3)

Que peut-on dire, à la suite de ces considérations, de notre système d'éducation? Nous avons déjà traité dans le chapitre 4 de la préparation des élèves se destinant aux programmes universitaires en sciences fondamentales; ici, c'est à la formation de l'ensemble de la clientèle scolaire et collégiale que nous nous intéressons.

---

(3) Apprendre à être, Rapport de la Commission internationale sur le développement de l'éducation, UNESCO - Payard, Paris 1972.

Actuellement les programmes des écoles primaires et ceux des premières années du secondaire, tout en restant très généraux, puisent fréquemment dans les domaines scientifiques. Ainsi, la logique mathématique et l'étude descriptive des phénomènes essentiellement biologiques de l'environnement ont des places importantes parmi les matières traitées. Plusieurs commissions scolaires ont même commencé à implanter un cours d'initiation aux sciences physiques dans les classes du secondaire II.

Cependant dans les classes plus avancées des écoles secondaires, une sélection, basée principalement sur des capacités d'assimilation des élèves, oriente ces derniers vers deux grands types de formation: les cheminements scientifiques et les autres hors des sciences. Si les mathématiques gardent une position relativement équilibrée dans tous les programmes, les autres sciences exactes et naturelles peuvent disparaître à peu près complètement de certains cheminements. Les sciences biologiques reconnues comme élément de culture peuvent encore réapparaître à titre d'option, mais ceci n'est malheureusement pas le cas de la chimie, de la physique et des sciences de la terre.

Au niveau collégial la dichotomie est encore plus forte. Bien que le cours collégial soit considéré comme un cours complet en lui-même, n'étant ni le prolongement du secondaire, ni un cours universitaire simplifié, il est possible que l'étudiant qui n'a pas choisi une concentration scientifique (Sciences pures et appliquées ou sciences de la santé) ne suive aucun cours de sciences, même pas de mathématiques. La concentration, pourtant conçue comme élément de la formation générale, ne se préoccupe pas de notions scientifiques par exemple dans le cas des orientations telles que celles des arts ou des lettres.

Lors du colloque de prospective de l'Opération Sciences Fondamentales, au 42e congrès de l'ACFAS, l'atelier ayant pour thème majeur: "L'étudiant préuniversitaire et les sciences fondamentales" avait aussi évoqué cette situation. La première conclusion de l'atelier est un principe de base, qui illustre bien une préoccupation commune:

"Les sciences font nécessairement partie de la culture générale. Il est inacceptable qu'une personne ayant reçu une éducation préuniversitaire ignore les notions fondamentales des sciences exactes et naturelles. L'orientation trop hâtive des jeunes aboutissant parfois à l'élimination presque totale des matières scientifiques dans leurs programmes est à rejeter."

Après avoir constaté que... "La pénétration des sciences chez les jeunes est encore trop souvent tributaire du milieu socio-culturel; ainsi, même les activités para-académiques dans les domaines scientifiques ne sont réservées qu'à une minorité d'élèves exceptionnellement motivés, essentiellement autodidactes", les maîtres et professeurs scientifiques participant à l'atelier ont formulé des suggestions destinées à pallier ces carences:

"L'enseignement des sciences dans la formation générale des jeunes, ainsi que dans la préparation de futurs scientifiques, devrait s'inspirer de programmes souples, mieux adaptés aux niveau scolaires correspondants, et faisant appel à l'approche expérimentale. Une spécialisation "verticale" ne devrait pas prévaloir au détriment de l'initiation générale aux sciences et à la méthodologie scientifique. La formation des maîtres scientifiques doit être une priorité, de même que les structures permettant un appui technique et didactique permanent indispensable à l'enseignement de qualité des sciences."

Il reste donc beaucoup à faire, car en acceptant le principe de la nécessité d'enseigner les sciences pour tous, il faut envisager la création, surtout aux niveaux secondaire et collégial, de véritables cours de sciences adaptés aux besoins des élèves ne se destinant pas ultérieurement à des activités scientifiques. La préparation des maîtres devra également tenir compte de ces impératifs, puisque c'est par un tel enseignement que la méthodologie et la connaissance scientifique du monde naturel deviendront parties intégrantes de la formation reçue.

RECOMMANDATION

8.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE dans le but de promouvoir l'humanisme scientifique le ministère de l'Education veille à ce que l'on accorde aux sciences une place adéquate dans tous les programmes d'enseignement préuniversitaires, plus particulièrement aux niveaux secondaire et collégial;

b) QUE dans ce but, le ministère de l'Education, en collaboration avec les Commissions scolaires et les CEGEP, encourage l'élaboration de cours de sciences adaptés aux besoins des élèves ne se destinant pas à des carrières en sciences ou en technologie, et qu'il favorise l'implantation de ces cours par le moyen de projets-pilotes.

CHAPITRE 9 - EDUCATION PERMANENTE

9.1 La nécessité et les caractéristiques de l'éducation permanente

Dans son rapport sur l'éducation permanente présenté le 28 février 1974, le Conseil des universités "réaffirmait avec vigueur son appui formel à la proposition qui a été formulée au ministère de l'Education, et qui faisait de l'éducation permanente le principe de l'ensemble du système d'éducation, en particulier de l'enseignement supérieur. " (1)

Dans le même rapport le Conseil proposait "QUE les responsables des opérations de planification sectorielle étudient avec le Comité des programmes l'adaptation à des fins d'éducation permanente de la durée et des contenus des programmes réguliers."(2) Il est donc essentiel que l'O.S.P. étudie les implications de l'éducation permanente dans le secteur des sciences fondamentales.

Il n'est pas utile dans un rapport comme celui-ci de tenter de définir l'éducation permanente. Nous renvoyons à ce sujet le lecteur au rapport du Conseil des universités cité plus haut ainsi qu'aux références qui y sont données. Nous nous limiterons ici à rappeler quelques traits de l'éducation permanente qui pourraient servir dans la discussion qui suivra. Nous en retiendrons quatre:

---

(1) Conseil des universités. Rapport sur l'université et l'éducation permanente, 1974, p. 2

(2) ibid. p. 16

- la répartition de l'éducation sur toute la durée de la vie humaine;

- la possibilité pour chacun de développer sa personnalité;

- la possibilité pour chacun d'une promotion sociale par recyclage, perfectionnement ou réorientation professionnelle;

- l'utilisation de divers moyens et structures: université, travail, loisirs.

Ces divers traits impliquent que l'éducation permanente doit inspirer l'organisation des activités de formation autant des jeunes que des adultes, que ces activités concernent la formation première conventionnelle ou la formation qui vient compléter cette dernière. Naturellement les modalités d'adaptation des activités universitaires aux objectifs de l'éducation permanente devront être telles que le niveau universitaire puisse conserver ses traits spécifiques quant à la qualité.

2.2 L'éducation permanente et les sciences fondamentales

Les sciences fondamentales seront sans doute appelées de plus en plus à jouer un rôle à la fois nouveau et plus étendu dans la société dite postindustrielle. Certaines caractéristiques de ce type de société méritent d'être mentionnées ici plus spécialement:

- automatisation de la production des biens;

- évolution vers une économie de service;

- influence grandissante du savoir sur le système économique et omniprésence de la technologie;

- diversification des fonctions de travail;

- émergence de nouvelles valeurs et contestation des valeurs anciennes.

Les sciences fondamentales ont eu et auront de plus en plus un rôle à jouer à l'égard de ces diverses caractéristiques. En plus de s'occuper, comme elles l'ont fait traditionnellement, d'accroissement et de transmission des connaissances, les sciences fondamentales seront de plus en plus présentes au sein des diverses activités de la société. Ce rapprochement conduira à une interpénétration qui ouvre tout naturellement la porte au principe de l'éducation permanente en sciences fondamentales.

9.2.1 "Verticalité" des connaissances

On peut signaler six obstacles à la pénétration du principe de l'éducation permanente dans le secteur des sciences fondamentales. Le premier tient à la difficulté qu'il y a de modifier les contenus des programmes réguliers en raison de la hiérarchisation des connaissances dans ce secteur. En effet, le processus d'initiation progressive aux sciences fondamentales est bien connu. Les théories qui s'appuient les unes sur les autres entraînent un ordre séquentiel dans l'étude des sujets et la création des cours dits préalables ou prérequis. Dans chaque matière on commence par des cours

d'introduction qui sont suivis de cours intermédiaires puis de cours avancés ou approfondis. Il en est ainsi aussi bien au niveau universitaire qu'au niveau préuniversitaire. L'impossibilité pour le non-initié de comprendre tel ou tel sujet scientifique est une autre illustration de la hiérarchisation des connaissances en sciences fondamentales. Enfin la nécessité dans ce secteur d'avoir recours à la vulgarisation, ou à l'explication par des moyens analogiques, démontre aussi l'existence de cette structuration verticale de la connaissance scientifique qui lui vaut à la fois crainte et admiration. Pour certains donc, il n'y a qu'une façon d'apprendre les sciences fondamentales; c'est en suivant l'ordre préétabli traditionnellement. A part quelques inversions mineures, l'éducation permanente, dans cette optique, se réduit à un étalement dans le temps, c'est-à-dire à des études à temps partiel.

Toutefois, il faut bien admettre que certaines disciplines en sciences fondamentales sont moins "verticales" que d'autres et, pour autant, se prêteraient mieux à diverses modalités d'enseignement. On peut même penser que dans toutes les disciplines, un examen critique poursuivi en faisant abstraction le plus possible du cheminement traditionnel, pourrait conduire à un réaménagement des sujets qui réduirait considérablement l'obstacle que présente la hiérarchisation des connaissances. Une expérience dans ce sens devrait être tentée. Elle serait onéreuse; elle supposerait une longue et difficile réflexion et la préparation d'un jeu complet d'instruments pédagogiques, notes, manuels, expériences, de même que la participation enthousiaste et éclairée de plusieurs personnes, sans compter le contrôle d'une telle entreprise pour assurer la qualité de la formation reçue par les étudiants.

9.2.2 Relativité des connaissances

Le deuxième obstacle a trait à la nature des connaissances. Pour souligner la nécessité de l'éducation permanente, on fait souvent état de la relativité de toute connaissance (on se réfère même parfois dans ce cas à la théorie de la relativité d'Einstein!), du fait que toute connaissance est vite périmée et, aussi, de la précarité de toute formation. Dans le secteur des sciences fondamentales ces motifs paraissent souvent moins pressants et, par un jeu de bascule psychologique, font obstacle à la pénétration de l'éducation permanente en sciences fondamentales. On enseigne encore et depuis des générations le calcul différentiel de Leibniz et de Newton, la mécanique de Newton, de Hamilton et de Lagrange. Seules les méthodes pédagogiques ont pu changer. Quant au fond, aucune de ces connaissances n'est périmée. Il n'y a rien là d'étonnant ou d'admirable; c'est sans doute tout simplement la nature même des sciences fondamentales d'être composées d'éléments durables. On enseigne depuis plus de cinquante ans la même théorie de la relativité d'Einstein; les connaissances qui s'y rattachent ne sont pas du tout relatives. Naturellement, à la frontière du développement des théories et de l'acquisition des données nouvelles, on assiste à des changements: les connaissances là sont relatives et vite périmées. Mais alors, en général, on parle d'un niveau avancé d'étude, celui du deuxième et même souvent du troisième cycle. Il est bien entendu que les caractéristiques de relativité et de précarité s'appliquent, par définition presque, à toute activité de recherche. Par contre les applications des sciences fondamentales

et les techniques qu'elles suscitent changent sans cesse; c'est plutôt cet aspect des choses qui pourrait faire appel à l'éducation permanente dans le sens où on l'a entendue ici.

9.2.3 L'expérience acquise

Un troisième obstacle vient de la difficulté d'acquérir une formation en sciences fondamentales par l'expérience de travail. Cette difficulté découle de la nature essentiellement cognitive des sciences fondamentales, d'une part, et du caractère hautement technique des connaissances d'autre part. Encore une fois, nécessité nous est bien de constater que l'essence même des sciences fondamentales consiste à comprendre et à maîtriser des concepts. Bien sûr, on est amené par la suite à appliquer ces concepts à la solution de divers problèmes, à apprendre, à maîtriser et à utiliser certaines techniques qui sont reliées à ces concepts. Mais en sciences fondamentales, tout tourne autour de l'édifice des concepts fondamentaux. D'autre part, sauf pour de rares exceptions, il n'est pas facile d'être autodidacte en sciences fondamentales. Les concepts ne sont pas d'appréhension simple; ils sont reliés entre eux d'une façon complexe, ils sont enveloppés dans un langage qui n'est pas le langage naturel. Pour les acquérir, il faut presque toujours avoir recours à un appareillage inusité, spécialisé et coûteux. Tout cela exige un processus systématique d'initiation que seule l'université peut fournir. Cet obstacle est majeur,et il semble bien que dans une perspective d'éducation permanente les structures situées à l'extérieur de l'université, comme

l'industrie, le milieu scolaire préuniversitaire, ne pourront fournir un apport éducationnel qu'au plan des applications des sciences fondamentales, de la sensibilisation, de la motivation et de la maturation générale. Si c'était au plan de l'acquisition même des connaissances, il faudrait recourir à une collaboration étroite avec l'université.

9.2.4 Jeunesse et continuité

Un quatrième obstacle vient du processus même d'apprentissage des sciences fondamentales. On constate que de tout temps, on a appris les sciences fondamentales jeune et tout d'un trait, au moins jusqu'à un certain seuil de compétence. Il n'est pas démontré toutefois qu'il doive nécessairement en être ainsi. Il semble que cela soit plus vrai dans certaines disciplines, comme les mathématiques, que dans d'autres. Cet obstacle est peut-être le plus profond et le plus difficile à surmonter. Il faudra faire des études approfondies pour en vérifier la réalité et en même temps tenter diverses expériences allant à l'encontre de la tradition.

9.2.5 Objectifs des programmes

Le cinquième obstacle est relié aux objectifs qu'on assigne aux programmes de formation en sciences fondamentales. La possibilité de surmonter cet obstacle permettra également de franchir en partie le quatrième obstacle décrit précédemment. En effet, dans les programmes de formation en sciences fondamentales, l'accent est mis, à juste titre d'ailleurs comme on l'a vu plus haut, sur l'acquisition et la

maîtrise des concepts. Cependant, ce qui est un accent spécifique peut facilement devenir un objectif exclusif. Un programme où cela se produirait devrait sans doute être suivi jeune et tout d'un trait et présenterait peu d'intérêt dans la perspective de l'éducation permanente, sauf en ce qui concerne le deuxième trait mentionné au début de ce chapitre à savoir la possibilité pour chacun de développer sa personnalité ou la promotion culturelle. Par contre, un programme comportant dans ses objectifs la préparation à certains types de fonctions de travail pourrait intéresser une clientèle de tout âge et se prêterait éminemment bien aux modalités de l'éducation permanente.

9.2.6 Clientèle étudiante

Enfin le sixième obstacle concerne la clientèle étudiante elle-même. Sans doute à cause des obstacles énumérés plus haut et peut-être aussi en raison de la réserve manifestée par les agents d'éducation, la clientèle étudiante en sciences fondamentales intéressée à suivre la voie de l'éducation permanente, serait faible. Selon le schéma classique, l'étudiant se destinant aux sciences fondamentales aurait déjà pris sa décision dès le secondaire et poursuivrait ses études sans interruption jusqu'à la fin du 1er cycle universitaire. Par ailleurs, les adultes que le travail ou la vie auraient intéressés l'étude des sciences fondamentales au niveau universitaire seraient peu nombreux, contrairement à ce qui peut se passer dans le cas des sciences humaines. Le cheminement habituel consiste en effet le plus souvent à s'éloigner graduellement des sciences fondamentales au cours de la vie. Tel a peut-être été le cas jusqu'à maintenant en

raison de la nature, d'une part, assez limitée des occupations scientifiques et para-scientifiques et, d'autre part, du caractère assez peu orienté des programmes de formation. D'autres programmes, répondant mieux aux besoins de la société postindustrielle pourraient changer sensiblement la situation. Déjà on peut identifier des domaines, comme celui de la formation des maîtres et d'autres que nous mentionnerons plus bas, où la clientèle ne serait certes pas négligeable. Cet obstacle pourrait tomber à la longue, plus particulièrement en ce qui concerne la formation première des futures générations d'étudiants.

9.3 Divers types d'éducation permanente en sciences fondamentales

9.3.1 Education des adultes

On a suffisamment dit et répété ces derniers temps qu'il ne fallait pas confondre éducation des adultes et éducation permanente pour qu'il soit inutile de reprendre ici cette discussion. Toutefois, l'éducation des adultes a été historiquement le premier pas vers l'éducation permanente et elle continuera à en faire partie. Il est donc important de la situer par rapport à l'éducation permanente. Nous dégagerons plus bas, de façon complémentaire, la part qui revient à la formation des jeunes dans la perspective de l'éducation permanente.

Cours du soir et d'été

Les cours de sciences fondamentales aux adultes existent dans les universités francophones, par exemple, depuis

une vingtaine d'années, depuis aussi longtemps donc que l'élargissement des activités régulières. Au début, ces cours du soir et d'été ont porté le nom de cours d'extension et, plus récemment, ils ont pris le vocable de cours d'éducation permanente. Il s'agissait la plupart du temps de cours réguliers de 1ère et 2ième année du baccalauréat actuel offerts en dehors des heures régulières à des clientèles captives au travail en temps normal. Ces clientèles, formées en presque totalité d'adultes, pouvaient former le projet d'obtenir ainsi un jour un baccalauréat en sciences, selon le régime pédagogique qualifié d'étudiant à temps partiel.

Certificats

Ce n'est que plus récemment, depuis environ cinq ans, que sont apparus dans le cadre des structures universitaires vouées à l'éducation permanente divers certificats de sciences composés en général de trente crédits de cours chacun. Ces certificats s'adressent principalement à des adultes. Leurs objectifs sont parfois ambigus et il en est de même, par conséquent, de leurs modalités comme les contenus des programmes et les conditions d'admission.

Il existe deux sortes de certificats. D'une part, il y a ceux qui puisent leur contenu dans les cours des programmes réguliers, en ajoutant parfois des cours spéciaux pour faire le lien entre les cours réguliers. Ces certificats se situent dans le cadre de régime d'études à temps partiel et peuvent servir de tremplin vers les programmes réguliers. D'autre part, il y a des certificats dont les cours ne sont pas ceux des programmes réguliers bien qu'ils semblent souvent s'en inspirer beaucoup. Ces certificats s'approchent donc davantage de la notion plus complète d'éducation permanente.

Cours de vulgarisation

A côté des activités mentionnées dans les paragraphes précédents, on a vu naître et disparaître, au cours des années, des cours ou des séries de cours ayant pour objectifs l'information et la culture des destinataires. En sciences fondamentales, comme on l'a vu plus haut, ces activités poursuivies dans la perspective de la promotion culturelle portent généralement le nom de vulgarisation. Les cours de vulgarisation ont été donnés tantôt à l'université, tantôt hors de ses murs dans le cadre, par exemple, de la Société royale d'astronomie ou du Planétarium de Montréal. Ces cours encore une fois s'adressaient à des adultes. Il y a cependant une exception notoire qui mérite d'être rappelée. A la fin des années cinquante on a organisé, dans le cadre de l'ACFAS, une banque de cours de vulgarisation très populaires à l'intention des élèves du niveau préuniversitaire. On a souvent dit que ces cours avaient été en partie responsables de l'explosion remarquable de la clientèle étudiante en sciences au cours des années soixante.

Cours de spécialisation

Tout récemment, et d'une façon sporadique, des séries de cours ont été mis sur pied à l'intention des scientifiques engagés sur le marché du travail. Ces activités avaient pour objectifs l'initiation des participants à des techniques nouvelles. Il est intéressant de noter que ces programmes peuvent donner naissance par la suite à une collaboration, avec l'université, des personnes et des entreprises impliquées, tant au plan de l'enseignement que de la recherche et d'autres activités.

9.3.2 Un système de classification

Puisque la dichotomie jeunes et adultes n'est pas celle qui convient à l'éducation permanente, il est nécessaire de choisir un autre système de classification. Dans ce but, on peut faire éclater les diverses activités d'éducation des adultes décrites plus haut et y ajouter les activités de formation des jeunes. On pourrait distinguer cinq types d'activités: la promotion culturelle, le recyclage, le perfectionnement, la formation première et la promotion du travail.

La promotion culturelle

Comme on l'a vu plus haut, l'objectif de la promotion culturelle a été poursuivi par le truchement de cours de vulgarisation. Ce type de formation s'adresse aussi bien à des jeunes qu'à des adultes. Il est bien évident qu'on rejoint ici l'éducation permanente qui, selon la définition du Conseil de l'Europe(3) "est destinée à permettre à chacun de développer sa personnalité... par ses activités de loisir." On peut donc penser, en plus des cours, à divers types d'activités: livres de vulgarisation, revues, journaux, clubs scientifiques, radio, télévision. Naturellement, il faudra distinguer ici plus qu'ailleurs entre la contribution des divers niveaux d'enseignement. Les collèges sont appelés à intervenir mais les universités ont aussi leur rôle à jouer. Il ne faut pas oublier que Freud et Bergson par exemple ont donné des séries de leçons célèbres, de niveau universitaire, à l'intention du grand public.

(3) Conseil de l'Europe, Education permanente, Strasbourg, 1970, p. 73

Il serait intéressant de songer à la collaboration que pourrait apporter la sociopolitique des sciences dans ce contexte. En effet, la promotion culturelle suppose une certaine compréhension de la science. Cette compréhension, à notre époque, aurait avantage à être complétée par une étude de l'impact socio-culturel de la science. Les scientifiques eux-mêmes pourraient bénéficier d'un semblable complément en sociopolitique de leur formation de base. Ceci leur permettrait de se redécouvrir dans une nouvelle optique extérieure, et par la suite de contribuer eux aussi à la redéfinition de leur rôle dans la société.

Le recyclage

Le recyclage s'adresse par définition à des adultes. Il y a intérêt toutefois à le distinguer du perfectionnement. En général, le recyclage fait appel à un niveau d'enseignement plus élevé. Il est aussi plus spécialisé que le perfectionnement. Enfin, il est de plus courte durée, par le fait qu'il vise des objectifs précis. Le recyclage se situe dans un cadre professionnel et a pour but d'apprendre à quelqu'un des techniques nouvelles ou de lui permettre de se réorienter. L'université a donc un rôle de premier plan à jouer ici. Nous proposerons plus bas, à titre d'exemple, deux expériences qui mériteraient d'être tentées dans le secteur des sciences fondamentales.

Le perfectionnement

Le perfectionnement s'adresse aussi par définition à des adultes. Il s'agit pour ces derniers d'acquérir une formation équivalente à la formation première traditionnelle

qu'ils n'ont pas pu, pour diverses raisons, obtenir plus tôt. Les certificats qui existent présentement dans le cadre des structures universitaires vouées à l'éducation permanente répondent en partie à ce besoin. Toutefois, comme on l'a vu plus haut, les certificats n'ont pas toujours des objectifs très clairs; il n'est pas toujours facile de distinguer si le but visé est le recyclage ou le perfectionnement. Dans ce dernier cas, les certificats se rapprochent souvent trop des programmes réguliers pour qu'on puisse dire qu'ils apportent une contribution nouvelle.

En pratique, c'est d'abord dans le cas du perfectionnement qu'on devrait s'appliquer à repenser les contenus et les modalités des activités éducatives dans une optique d'éducation permanente.

La clientèle étudiante pose un problème majeur aux activités de perfectionnement. Pour les programmes réguliers il existe une clientèle spontanée déjà engagée dans le système scolaire et qui se déverse plus ou moins régulièrement au niveau universitaire. Pour le perfectionnement, il faut identifier une clientèle et définir ses besoins plus ou moins latents ou même parfois il faut identifier des besoins et chercher à susciter une clientèle par divers moyens. La clientèle des activités de perfectionnement risque d'être temporaire et alors se posent des problèmes de mise en marche et de "phasing out" de structures, de ressources et d'activités.

Malgré ces difficultés, il serait souhaitable qu'on reconnaisse que l'université a une mission à remplir au plan du perfectionnement. Certains pays scandinaves, par exemple, réservent d'office au perfectionnement des adultes une partie des ressources affectées au secteur universitaire.

Dans ce contexte, on pense tout de suite au perfectionnement des maîtres en exercice au niveau préuniversitaire. Il y a là un besoin important relativement facile à définir et à satisfaire. La société québécoise a consenti, au cours des dernières années, des efforts particulièrement importants pour le développement du système scolaire. Par suite de profondes réformes dans les programmes d'enseignement, plusieurs maîtres, en sciences tout particulièrement, se sont trouvés dans la situation où leur formation antérieure s'avérait insuffisante. Il y aurait lieu de leur fournir l'occasion de se perfectionner d'une façon adéquate, d'autant plus que tout investissement dans ce domaine aurait un effet multiplicateur sur la qualité de la formation de la population en général.

Nous avons déjà traité du perfectionnement des maîtres au chapitre 7 et nous y reviendrons plus loin dans le présent chapitre.

La formation première

Il était normal que la formation première soit celle qui ressente le plus tardivement l'impact des concepts de l'éducation permanente. Tout de même, depuis quelques années on a vu s'instaurer le régime de promotion par cours et se généraliser celui des études à temps partiel. La durée des études s'étend maintenant souvent sur une plus grande partie de la durée de la vie. On a fait des efforts pour individualiser l'enseignement. Les conditions d'admission ont été assouplies. Par ailleurs, on a vu s'instaurer le régime d'alternance des temps d'étude et de travail.

Toutefois, ces divers régimes se rapprochent encore plus que les certificats mentionnés plus haut des programmes réguliers de formation première traditionnelle.

A l'heure actuelle, ils s'adressent surtout à des jeunes. C'est peut-être en s'ouvrant davantage à des adultes ou tout le moins à de jeunes adultes, et en s'inspirant des activités de perfectionnement que les programmes de formation première réussiront à répondre aux objectifs de l'éducation permanente. Nous examinerons plus loin dans ce chapitre la façon dont la transition pourrait s'amorcer en sciences fondamentales.

La promotion du travail

La nomenclature est encore assez mouvante dans le contexte de l'éducation permanente. C'est pourquoi nous avons cru nécessaire de définir les termes que nous utilisons, bien que nous ayons cherché à leur donner le sens qui paraît le plus généralement accepté.

La promotion du travail a pour but l'amélioration, par le moyen des études, des activités d'une personne déjà engagée sur le marché du travail. Il est bien évident que le recyclage, le perfectionnement et la formation première, tels que décrits plus haut, ont pour effet la promotion du travail et pourraient être inclus dans cette dernière catégorie. On a voulu les traiter séparément à cause d'une certaine spécificité qu'on leur a prêtée, et réserver, arbitrairement bien sûr, l'expression promotion du travail pour des activités éducatives, de plus d'importance que le recyclage, se situant au-delà du premier cycle.

C'est dans ce cadre que nous avons traité de la maîtrise professionnelle au chapitre 5.

9.4 Projets-pilotes en sciences fondamentales

Dans son rapport déjà cité (p.22) le Conseil des universités propose "la mise en oeuvre, dans chaque institution, de projets-pilotes" et demande "qu'ils fassent l'objet, si nécessaire, d'un financement particulier."

Dans ce qui suit nous suggérons cinq types de projets-pilotes: en promotion culturelle, en recyclage, en perfectionnement, en formation première et en promotion du travail.

9.4.1 Projets en promotion culturelle

Comme il a été suggéré au paragraphe 9.3.2 au sujet de la promotion culturelle, la sociopolitique des sciences serait apte à répondre à un certain besoin, ressenti certes, mais exprimé d'une façon plus ou moins confuse, par les scientifiques universitaires ou autres. En effet, si chaque scientifique est persuadé de son utilité dans une société moderne, il reste beaucoup plus évasif quant à la définition de son insertion réelle dans cette société. L'administration, la gestion, les politiques scientifiques restent souvent pour le scientifique en exercice dans sa spécialité, des instances étrangères aux problèmes des chercheurs, des organisations indispensables aux scientifiques mais obéissant également à des impulsions provenant de l'environnement socio-économique.

La démystification des processus décisionnels, une meilleure compréhension des idées directrices des systèmes de gestion de l'état seraient de nature à préciser le rôle du scientifique, et les actions qu'il doit entreprendre. Des institutions universitaires, comme l'Université de Montréal, ayant déjà des activités en sociopolitique des sciences, devraient peut-être envisager la création de programmes s'adressant à une clientèle formée essentiellement de scientifiques en exercice, désireux de contribuer au développement du dialogue science-société. Ces programmes devraient comporter une composante scientifique portant par exemple sur l'écologie, le rôle de la science dans l'environnement, les problèmes de physique reliés à l'utilisation généralisée de l'énergie nucléaire, les aspects économiques des activités scientifiques.

9.4.2 Projets en recyclage

Nous avons défini plus haut ce que nous entendions par recyclage. Ce type d'activité ouvre la porte à de multiples possibilités régionales ou locales, selon les spécialités et les besoins. Nous avons vu que jusqu'à maintenant ces activités ont eu une existence sporadique. Il serait certes souhaitable que ces expériences se multiplient. Cependant, nous croyons que certaines institutions devraient songer à créer un cadre formel pour ces activités selon le modèle par exemple des "Short Courses" qui existent depuis de nombreuses années à l'Université de la Californie à Los Angeles. Dans les dossiers de sous-secteurs de l'O.S.F. deux domaines ont identifié des besoins à cet égard: la chimie et les sciences de la Terre. Il y aurait intérêt à construire d'abord sur ces besoins déjà visibles quitte à produire un effet d'entraînement par la suite sur les autres domaines.

9.4.3 Projets en perfectionnement

Dans son rapport déjà cité (p.24) le Conseil des universités propose "QUE le secteur de la formation des maîtres... soit encore considéré comme prioritaire en matière d'éducation des adultes et, plus globalement, dans la perspective de l'éducation permanente, compte tenu de l'importance que la société accorde à son développement scolaire."

Nous reviendrons au paragraphe suivant sur la question de la formation première des maîtres. Nous voulons nous arrêter ici à la question de leur perfectionnement. Nous croyons qu'en matière de perfectionnement en sciences fondamentales dans la perspective de l'éducation permanente l'effort doit porter principalement sur le perfectionnement des maîtres en exercice au niveau préuniversitaire. Les objectifs sont bien définis et ne sont pas complètement étrangers aux objectifs traditionnels. La clientèle est relativement facile à inventorier et potentiellement importante en nombre. Les ressources et les structures requises à l'extérieur de l'université sont accessibles. Les principaux facteurs de succès sont donc visibles et peuvent être réunis. Il existe déjà même des expériences dans le domaine comme le programme PERMAMA de l'Université du Québec.

Nous avons recommandé, au chapitre sur la formation des maîtres, que le perfectionnement des maîtres soit confié à deux institutions, l'Université Concordia et l'Université du Québec.

Nous voulons insister ici sur certaines modalités des activités éducatives reliées au perfectionnement des maîtres. Les objectifs de perfectionnement ne sont pas les mêmes que ceux de la formation première. Il peut s'agir d'activités très variées allant d'un perfectionnement limité exigé par une situation d'enseignement particulière jusqu'à un perfectionnement complet et général équivalent à une formation première. D'où la variété et la souplesse des programmes de perfectionnement, quant à la durée et aux contenus. La seule condition d'admission serait celle d'être enseignant certifié. Enfin, les conditions matérielles devraient être telles qu'elles permettent au maître de se perfectionner sans avoir à s'imposer de déplacement majeur prolongé. L'enseignement dispensé devrait donc être organisé sur une base régionale. Naturellement, le perfectionnement devrait reposer sur les mêmes éléments de formation et d'apprentissage que la formation des maîtres elle-même. Par ailleurs, quant à la durée, au contenu, aux objectifs, aux conditions d'admission, aux modalités diverses, le perfectionnement devrait être un ensemble d'activités éducatives complètement distinctes des activités de formation première des futurs enseignants.

9.4.4 Projets en formation première

Il existe déjà dans ce domaine le régime coopératif qui fait appel à l'alternance systématique et sans interruption de périodes relativement courtes d'étude et de travail. Ces expériences doivent se continuer en sciences fondamentales et faire l'objet d'une évaluation régulière pour en connaître le mérite, pour voir dans quelle mesure elles peuvent s'étendre à toutes les disciplines des sciences fondamentales, et pour estimer jusqu'à quel point elles peuvent être étendues sans surcharger les structures d'accueil socio-économiques.

Par ailleurs, nous proposons qu'un projet-pilote soit mis sur pied en relation avec le nouveau programme de formation proposé plus haut dans le chapitre sur les objectifs et l'organisation du 1er cycle. Rappelons que ce programme est constitué de trois composantes qui sont, en ordre d'importance quantitative décroissante: l'enseignement disciplinaire orienté vers les applications, les activités centrées sur les domaines d'application et, finalement, les enseignants de sensibilisation.

Ce programme s'insère tout naturellement dans une perspective d'éducation permanente. Par ses objectifs reliés à des types de fonction de travail et par son contenu centré en partie sur des applications, ainsi que par la collaboration des spécialistes engagés sur le marché du travail à laquelle il fait appel, ce programme se rapproche des concepts de l'éducation permanente qui tendent à faire disparaître la séparation entre étude et travail, temps d'étude et temps de travail, au profit d'une association des deux sur toute la durée de la vie.

Ce programme de formation ne prévoit pas d'alternance régulière entre étude et travail. Toutefois ce programme, à l'usage, pourra vraisemblablement se prêter à des cheminements diversifiés, à des activités d'enseignement hors campus. Il sera sans doute possible dans ce programme de tenir compte de l'expérience et de la formation acquise en dehors de l'université. En retour, les conditions d'admission des adultes pourraient en être assouplies d'autant.

Quant aux jeunes qui ne sont pas actuellement sur le marché de l'emploi et qui entreprendraient ce programme dans une perspective d'éducation permanente, leur période d'étude à temps plein pourrait être réduite à moins de deux ans durant lesquels ils auraient le temps de terminer la majeure partie de leurs études disciplinaires de base. Ils pourraient ensuite interrompre leurs études au profit d'une période de travail et revenir les terminer plus tard, ou encore ils pourraient aisément les poursuivre à temps partiel en concomitance avec leur travail. Certains travaux, dirigés et contrôlés, pourraient être crédités en vue du diplôme, par équivalence aux activités du programme centrées sur les applications.

Eventuellement, dans ce contexte, on pourrait songer à un nouveau découpage du programme d'étude. Un nouveau premier grade pourrait être décerné à ceux qui auraient terminé la partie disciplinaire du programme, par exemple, soit après l'équivalent de deux années universitaires plutôt que trois.

Signalons enfin qu'un pas serait fait dans la direction de l'objectif d'individualisation de l'enseignement. D'une part, le cheminement serait plus personnel à chaque étudiant et d'autre part, la partie pratique du programme pourrait être assez variée et, dans beaucoup de cas, propre à l'étudiant.

9.4.5 Projets en promotion du travail

La maîtrise professionnelle, telle qu'on l'a envisagée au chapitre 5 se situe de toute évidence dans la perspective de l'éducation permanente, et son implantation selon le modèle décrit constituerait un autre projet bien défini, en promotion du travail celui-là, qui mériterait d'être mis à exécution en sciences fondamentales. Pour éviter de reprendre ici cette question, nous nous permettons de renvoyer le lecteur au paragraphe 5.2.2.

9.5 Accessibilité

Nous avons vu au paragraphe précédent quels pourraient être les régimes pédagogiques et les priorités en sciences fondamentales dans la perspective de l'éducation permanente.

L'éducation permanente perdrait tout son sens si elle n'était pas accessible aux adultes en ce qui concerne évidemment la promotion culturelle, le recyclage, le perfectionnement et la promotion du travail mais également, bien qu'à un degré peut-être moindre, en ce qui a trait à la formation première.

C'est pourquoi nous terminerons par deux remarques générales touchant à l'accessibilité pour les adultes: la régionalisation et le financement de l'éducation permanente. Il est évident, si l'on veut que l'éducation soit accessible aux adultes, qu'elle devra se déplacer et aller à eux sur tous les plans parce qu'en raison de leurs occupations et de leur statut social et culturel ils ne sont mobiles ni dans l'espace ni, souvent, dans le temps, ni même dans leur

motivation pour les études. L'éducation permanente devra donc être dynamique, souple et pertinente; mais à tout le moins elle devra être régionale ou posséder des ramifications régionales.

En second lieu, comme propose le rapport déjà cité du Conseil des universités (p. 19) il faudra "QUE la réforme actuellement en cours du système de financement des universités tienne compte des exigences de la mise en oeuvre du principe de l'éducation permanente, et en particulier du financement d'activités ne conduisant pas toujours à des grades tels que définis actuellement." Il faudra de plus (p. 19) "QUE, selon des modalités à préciser, les étudiants à temps partiel soient admissibles au régime de prêts et bourses" et "QUE, en accord avec les syndicats et les employeurs, les lois du travail soient amendées, de telle sorte que le fardeau de l'éducation permanente ne retombe pas uniquement sur les universités ou sur les individus qui cherchent à parfaire leur éducation."

RECOMMANDATIONS

9.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'éducation permanente devienne une nouvelle et véritable préoccupation des responsables de l'enseignement universitaire en sciences fondamentales, en tenant compte des besoins et de la motivation d'une clientèle généralement peu mobile.

9.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les institutions universitaires mettent sur pied des projets-pilotes destinés à expérimenter les cinq types d'éducation permanente identifiés par l'Opération Sciences Fondamentales: promotion culturelle, recyclage, perfectionnement, formation première et promotion du travail.

9.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education tienne compte, dans son système de financement de l'enseignement universitaire, des exigences des activités en émergence d'éducation permanente en sciences fondamentales, et plus particulièrement des implications budgétaires des projets-pilotes.

CHAPITRE 10 - OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA RECHERCHE

10.1 La recherche en sciences fondamentales au Québec

Objectifs et développement

En plus d'être associée à la formation des étudiants de 2e et 3e cycle, la recherche en sciences fondamentales, au Québec comme ailleurs, poursuit deux objectifs. Le premier de ces objectifs est général: c'est celui de permettre aux sciences fondamentales d'être présentes et de jouer leur rôle dans l'ensemble des activités de la société. Le deuxième est spécifique: c'est celui de répondre aux besoins de la société et de chercher à résoudre les problèmes qui se posent.

Quant au premier objectif, on sait que la recherche sous toutes ses formes est à la base des activités en sciences fondamentales et que ces dernières ne sauraient s'épanouir sans puiser à sa source. Quant au deuxième objectif, il est bien connu, par exemple, que la recherche en sciences fondamentales est indispensable au développement de la recherche et des autres activités dans des domaines intimement liés aux sciences fondamentales comme l'ingénierie et les sciences de la santé.

On a souvent rappelé que les ressources affectées à la recherche en sciences fondamentales au Québec sont proportionnellement inférieures à celles de l'ensemble du Canada et encore plus à celles de l'Ontario et des provinces de l'Ouest. Cette disproportion sera soulignée plus d'une fois

dans les chapitres de ce rapport consacrés aux divers sous-secteurs. Il y a donc place pour un développement de la recherche au Québec à la fois dans le système universitaire et à l'extérieur de celui-ci. Toutefois, compte tenu des ressources qui sont et qui resteront relativement faibles en sciences fondamentales au Québec, et de la nature de ce sous-secteur, il est difficile d'imaginer que la recherche soit appelée à se développer sans association avec le milieu universitaire. Nous traiterons donc, dans ce qui suit, du développement de la recherche non seulement dans le système universitaire mais aussi à l'extérieur de celui-ci.

10.2 La recherche en sciences fondamentales à l'université

Nécessité d'une politique

Il n'existe pas, dans le contexte actuel, de consensus au sujet des objectifs et par conséquent de l'organisation de la recherche universitaire. La question fait l'objet présentement d'une intense réflexion et, pour autant, les points de vue divergents apparaissent plus vivement.

On va même jusqu'à déclarer qu'il est impossible de préciser une politique de la recherche universitaire dans l'état actuel des choses. En effet, une telle politique présuppose une politique de l'enseignement supérieur, qui commence à peine à se faire jour, et une politique de la science au Québec, qui est encore à formuler.

La tâche n'est sûrement pas rendue plus facile du fait qu'on embrasse, dans ce débat, tous les domaines d'activité qui trouvent gîte à l'université. Pour certains de ces domaines, qui touchent de plus près au niveau politique, la relation entre la recherche universitaire et la société pose des problèmes philosophiques complexes alors que la définition d'une politique de la science joue un rôle plus secondaire.

L'approche par secteur d'activités a probablement l'avantage de réduire l'ambiguité des discussions et de définir les problèmes d'une manière plus univoque. Ainsi, pour le secteur des sciences fondamentales, la relation entre la recherche universitaire et la société pose moins de ces problèmes philosophiques qui sont souvent les plus inextricables. Par contre, dans ce cas, la politique de la science est appelée à jouer un rôle de tout premier plan dans la définition des objectifs et de l'organisation de la recherche universitaire.

De toute façon, le plan de développement du secteur des sciences fondamentales ne peut faire autrement que de s'appuyer sur des principes et des options en ce qui concerne la recherche universitaire en sciences fondamentales. Il paraît donc souhaitable d'expliciter ces principes et ces options pour éviter autant que possible l'ambiguité. De plus, il est désirable et même inévitable, si l'on veut assurer le développement de la recherche, de faire des choix quant aux avenues à suivre.

10.3 Les divers types de recherche en sciences fondamentales

On a beaucoup parlé et écrit ces dernières années sur les divers types de recherche. On admet généralement qu'il est difficile de classer les activités de recherche en types bien définis. La réalité très complexe chevauche presque toujours deux catégories et, pour certains, ce phénomène rend stérile toute tentative de classification. Pourtant plusieurs modes de classification ont acquis droit de cité et sont utilisés, même par leurs détracteurs, pour analyser et traiter le phénomène de la recherche.

Il convient de signaler quatre modes de classification qui s'établissent selon les concepts suivants: degré d'application, degré de contrainte, dimension méthodologique et, finalement, degré d'innovation. En principe, ces classifications s'appliquent d'une façon universelle à tous les domaines du savoir ce qui n'est pas sans ajouter à leur ambiguité. Il n'est peut-être pas vain de tenter de cerner, dans le secteur particulier des sciences fondamentales, les concepts qui les sous-tendent.

a) Degré d'application

La première classification présente un spectre suivant le degré d'application: recherche de base ou fondamentale ou pure, recherche orientée, recherche appliquée. Le critère du degré d'application a naturellement sa place en sciences fondamentales. La recherche de base a pour but de

faire avancer les connaissances dans la discipline impliquée. La recherche orientée a pour but de faire avancer les connaissances dans la discipline qui sont transférables directement ou indirectement à d'autres disciplines ou à des situations concrètes. La recherche appliquée a pour but de résoudre un problème pratique par les méthodes des sciences fondamentales. Il est bon de souligner qu'on ne sort pas nécessairement du secteur des sciences fondamentales quand on se livre à la recherche appliquée.

b) Degré de contrainte

La deuxième classification concerne le cadre ou le contexte dans lequel se déroule la recherche. Cette dernière peut être complètement libre et suivre un cheminement qui reste à l'entière discrétion du chercheur ou, au contraire, elle peut subir des contraintes plus ou moins fortes venant de l'extérieur. Dans ce dernier cas, par exemple, la recherche peut être contrainte à demeurer à l'intérieur d'un champ de spécialisation donné, comme la chimie organique, ou encore, en suivant une ligne de contrainte croissante, elle peut être tenue d'évoluer dans un domaine particulier à l'intérieur d'un champ de spécialisation, ou même de se confiner à une classe de problèmes dans un domaine ou enfin de s'attaquer à un problème spécifique. Cette contrainte venant de l'extérieur peut être le résultat d'un cadre de gestion qui peut avoir lui-même plus ou moins d'influence sur la recherche. Ainsi, le spectre de la classification suivant le degré de contrainte s'étend de la recherche complètement libre, d'une part, jusqu'à la recherche commanditée spécifiquement, d'autre part.

Il est facile de confondre degré de contrainte et degré d'application. En effet, lorsque la recherche est orientée vers une classe d'applications ou encore plus lorsque la recherche est appliquée à la solution d'un ou de plusieurs problèmes, on peut être tenté de penser qu'elle n'est plus libre, et dans un sens c'est vrai; elle subit la contrainte objective des applications visées. De plus, il arrive souvent que la recherche orientée et encore plus la recherche appliquée soient commanditées de l'extérieur. Il importe toutefois de distinguer les deux classifications. Ainsi, par exemple, un chercheur universitaire peut faire librement sans aucune contrainte ni commandite de la recherche orientée ou appliquée.

c) Dimension méthodologique

La troisième classification se situe par rapport aux dimensions méthodologiques de la démarche: recherche disciplinaire ou monodisciplinaire, recherche multi ou pluri disciplinaire qui fait appel à la juxtaposition de plusieurs disciplines, recherche interdisciplinaire lorsqu'il existe une combinaison intime de plusieurs disciplines. Le critère de la dimension méthodologique trouve aussi sa place en sciences fondamentales. On connaît dans ce secteur la recherche monodisciplinaire comme dans tous les secteurs du savoir. On assiste à de la recherche multidisciplinaire lorsque plusieurs disciplines sont mises à contribution et coordonnées en vue de la solution d'un problème. Enfin la recherche interdisciplinaire a déjà fait ses preuves en sciences fondamentales: on a vu se créer des combinaisons stables et fructueuses comme la physicochimie, la biochimie, la biophysique, l'astrophysique.

d) Degré d'innovation

La quatrième classification, plus globale, s'adresse au degré d'innovation de la recherche et distingue entre recherche de pointe et réflexion scientifique. C'est peut-être la distinction qui a le plus besoin d'être clarifiée dans le cadre des sciences fondamentales. On a dit que le chercheur qui accumule de nouvelles données au laboratoire est à la frontière du savoir et fait de la recherche de pointe. Par contre, on a qualifié de réflexion scientifique la démarche d'Einstein qui, réfléchissant sur l'ensemble du savoir disponible, produit la théorie de la Relativité. Dans le contexte des sciences fondamentales, ces deux exemples enlèvent toute validité à la distinction que l'on prétend illustrer. Pour le scientifique, Einstein et le chercheur au laboratoire font tous les deux de la recherche de pointe à la frontière du savoir: le premier fait de la recherche théorique, le second de la recherche expérimentale. En sciences fondamentales, la distinction en question ne peut avoir qu'un sens: elle se situe par rapport à la création du savoir nouveau. La recherche de pointe crée de nouvelles connaissances ou fournit de nouvelles données. Si elle est de type expérimental, elle a pour but d'obtenir de nouvelles données. Si elle est de type théorique, elle a pour but d'expliquer, d'intégrer les nouvelles données, de prédire des résultats expérimentaux ou de formuler de nouvelles théories si les nouvelles données ne cadrent pas avec les anciennes théories.

La réflexion scientifique, par ailleurs, n'a pas comme objectif premier la création de savoir nouveau même si elle peut occasionnellement y conduire. Le penseur réfléchit sur

les connaissances acquises pour son amélioration personnelle ou pour enrichir son enseignement. Il peut aussi rassembler les connaissances existantes dans une présentation nouvelle, qui peut faire apparaître les carences et susciter des recherches de pointe.

Quant à la valeur de l'activité, elle ne s'établit pas suivant la distinction en question. Il est bien évident qu'un chercheur de pointe peut accumuler des données nouvelles, éventuellement précieuses, en procédant d'une façon toute routinière qui peut par ailleurs être la seule valable dans certains contextes. Ce travail peut ne pas avoir la qualité de celui d'un penseur dont la réflexion scientifique contribue à une meilleure compréhension de son champ d'étude et partant y favorise la recherche de pointe.

Regroupement des catégories: le type épistémologique et le type opératoire

Il peut être intéressant de chercher à voir comment les diverses catégories de recherche se regroupent en pratique et d'une manière fonctionnelle en sciences fondamentales. De ce point de vue, on peut séparer la recherche en sciences fondamentales, comme l'ensemble des activités du secteur, en deux grands types que nous appellerons le type épistémologique et le type opératoire.

La recherche de type épistémologique a pour but de faire avancer les disciplines des sciences fondamentales, la connaissance et la compréhension de l'univers physique. Cette

recherche est une recherche de base, et naturellement, elle est libre si on oublie les contraintes extérieures qui confinent en pratique la recherche de base à un champ déterminé. Cette recherche peut être mono ou interdisciplinaire, cette dernière distinction étant secondaire dans le cadre en question. Elle ne peut pas être une recherche multidisciplinaire, cette dernière ayant pour but non pas de faire progresser les disciplines impliquées mais de les appliquer à des situations concrètes.

La recherche de type opératoire a pour but de faire servir les sciences fondamentales à des préoccupations qui débordent le cadre épistémologique. On retrouve ici la recherche orientée qui appartient en partie au type épistémologique mais qui est motivée plus ou moins fortement ou directement par des questions extérieures à la recherche poursuivie, et naturellement aussi la recherche appliquée.

La recherche de type opératoire tant orientée qu'appliquée peut être plus ou moins libre ou commanditée, la contrainte extérieure étant toutefois plus susceptible de favoriser l'obtention des solutions recherchées aux problèmes posés au départ.

La recherche de type opératoire peut être mono, multi ou interdisciplinaire, ces deux dernières formes semblant toutefois devoir prendre une importance accrue devant la complexité des nouveaux problèmes à résoudre.

Naturellement la distinction entre recherche de pointe et réflexion scientifique transcende le type épistémologique et le type opératoire. Dans ces deux types, on peut suivre l'une ou l'autre démarche.

10.4 Les divers types de recherche et l'université

10.4.1 La situation actuelle

Il n'est sans doute pas inutile d'insister sur le point suivant. Il faut reconnaître que dans le milieu des sciences fondamentales, la tradition est très exigeante à l'égard de la recherche et ne reconnaît, non sans une certaine forme d'orgueil, que la recherche de pointe. Et même là, la recherche orientée est l'objet d'une certaine condescendance et la recherche appliquée, d'un certain mépris. En un mot, en sciences fondamentales, on ne considère comme recherche véritable que la recherche de pointe de type épistémologique.

Pourtant dans d'autres milieux on retrouve tous les types de recherche. Considérons par exemple la médecine. On y trouve la recherche de base, en biochimie, en microbiologie; la recherche orientée, en médecine expérimentale; la recherche appliquée, en clinique. La réflexion scientifique n'est pas méprisée et y est considérée comme de la recherche de bon aloi.

Il est difficile d'expliquer pourquoi, en sciences fondamentales, le souci de protéger et la crainte de voir se perdre la recherche de type épistémologique lui confie un tel caractère d'exclusivité. On pourrait pourtant y faire une large place à la recherche appliquée et même aux grands inventaires et analyses, basés sur des cueillettes routinières de données, qui s'apparentent en fin de compte à la recherche dans les sciences humaines ou à la réflexion scientifique.

Dans l'université, on dit qu'un enseignant de sciences fondamentales consacre environ la moitié de son temps à la recherche. De plus, la conception que l'on se fait de la recherche en sciences fondamentales repose sur l'image du chercheur individu semi-génial, travaillant seul ou avec quelques aides, surmenant son cerveau au point de le mener à la stérilité précoce. On admet, sans l'avouer, que la recherche n'est qu'un moment dans la vie de chacun, que l'on cesse d'être productif à 35, 40, 45 ans. On diverge sur l'âge ou bien on analyse gravement les différences dans les dates de stérilité selon les disciplines scientifiques, les types de recherche.

Pourtant il n'en est pas de même dans tous les autres domaines. Ce n'est pas toujours la règle que l'enseignant universitaire consacre autant de temps à la recherche. On n'exige pas que sa recherche soit "originale", jamais entreprise ailleurs, et qu'elle perce sans cesse les voiles de l'inconnu. On admet même que la qualité et la maturité, souvent la quantité, de la recherche augmentent sans fin avec l'âge durant toute la vie du chercheur.

Est-il vrai que la stérilité guette le chercheur vieillissant en sciences fondamentales? Personne n'en sait rien. Il nous paraît crucial pour le développement, et peut-être même la survie des sciences fondamentales au Québec, que l'on prenne conscience, à l'intérieur comme à l'extérieur du secteur, du fait qu'à notre époque la recherche devient un faisceau d'activités où les éclairs de génie comptent toujours, bien sûr, mais où l'on applique, développe, administre, dirige, publie.

10.4.2 L'évolution souhaitable

La gamme de la recherche en sciences fondamentales doit s'élargir et se diversifier. D'une part, la recherche dans les départements a besoin d'être stimulée. Après une période de croissance rapide et d'enthousiasme durant les années soixante, on assiste souvent maintenant, à certains endroits, à une sorte de stagnation et de désenchantement. L'arrêt de croissance des années soixante-dix est sans doute une des causes de cette situation, mais ce n'est pas la seule. Il y a d'ailleurs encore place pour une certaine croissance dans les départements universitaires en fonction de la croissance des effectifs étudiants. La principale cause est peut-être le caractère stéréotypé de la fonction enseignant-chercheur et la nature trop exclusivement épistémologique de la recherche.

D'autre part, la recherche orientée et appliquée est à toute fin pratique à créer. Il en existe déjà un peu à l'université, et il n'est pas nécessaire que la recherche orientée ou appliquée qui s'y fait déjà devienne encore davantage appliquée. Toutefois, pour que ce type de recherche puisse prendre son essor et se développer pleinement, il faudra non seulement qu'un plus grand nombre d'activités de recherche dans l'université s'orientent vers les besoins socio-économiques, mais également que des centres péri-universitaires de recherche viennent compléter le spectre des activités du côté appliqué. Nous reprendrons cette question plus loin dans ce chapitre.

Sans vouloir trancher trop finement dans le continu des réalités, il nous semble en effet que c'est essentiellement de l'université que relèvent la recherche de base et la recherche orientée librement; alors que des centres péri-universitaires seraient tout indiqués pour oeuvrer dans un

spectre centré sur la recherche appliquée, débordant sur la recherche orientée d'une part et sur la recherche industrielle et gouvernementale d'autre part.

Cette façon de voir veut tenir compte, tout autant que des fonctions "naturelles", des réalités historiques. Le secteur sciences fondamentales des universités a été jusqu'ici peu perméable au contexte socio-économique. Il s'est développé selon une autre dynamique. Il lui faudra modifier progressivement sa trajectoire. Entretemps, il faudra prendre garde que les commandites de l'extérieur ne soient faites de façon inconsidérée et qu'elles ne viennent détruire l'équilibre vital du milieu universitaire en le polarisant trop exclusivement et trop brusquement dans des avenues qui lui sont inconnues. Un milieu universitaire où s'épanouit la recherche libre, au niveau épistémologique, sera toujours une force indispensable sur laquelle l'ensemble du secteur des sciences fondamentales devra s'appuyer.

10.4.3 Les unités de recherche à l'université

On ne peut pas concevoir l'université québécoise dans son ensemble sans ses deux missions d'enseignement et de recherche. Il n'est pas nécessaire toutefois qu'à l'intérieur du système universitaire québécois chaque institution s'intéresse également aux divers types de recherche; certaines institutions pourront et voudront accorder une part plus large que d'autres à la recherche de type épistémologique.

Le département est l'endroit naturel et même le seul endroit où puissent se faire la recherche de base et la recherche orientée librement qui ont pour but de faire avancer l'état des connaissances dans une discipline ou un champ d'étude. En effet, ce type de recherche s'associe naturellement à la fonction de transmission des connaissances dans une discipline qui est une des raisons d'être du département. De plus, ce dernier, étant donné sa nature, est le seul organisme susceptible d'assurer à la recherche de type épistémologique le caractère de stabilité dont elle a besoin pour s'épanouir. Il est important d'assurer le développement de cette recherche.

Jusqu'au milieu des années 60, elle se faisait principalement sinon exclusivement selon la formule du chercheur individuel. On a assisté par la suite, dans certains cas, à des regroupements qui sont allés parfois (par exemple en physique nucléaire et en optique) jusqu'à la constitution, dans les départements, de grands laboratoires qui ont donné un essor considérable à la recherche disciplinaire.

La situation est différente dans le cas de la recherche interdisciplinaire. Elle se rattache moins facilement aux structures traditionnelles de l'université. Pourtant cette recherche s'apparente à la recherche disciplinaire; elle a pour but elle aussi de faire avancer l'état des connaissances mais à la frontière d'un groupe de disciplines. Par exemple, en biologie moléculaire, on peut faire appel au regroupement de biologistes, biochimistes, physiciens, chimistes, mathématiciens. Pour ce type de recherche, il faut penser à la création d'une structure spécifique, très proche mais distincte

des départements. On pourrait appeler ces structures des laboratoires interdépartementaux; leur activité serait principalement en recherche de base, et en recherche orientée librement. Dans ces laboratoires, les professeurs devraient être détachés de leur département d'une façon clairement définie.

Dans les départements et laboratoires interdépartementaux, les chercheurs sont des professeurs entourés d'étudiants. Ils sont assistés de techniciens. La recherche et en particulier la direction d'étudiants en recherche faisant partie de la fonction normale du professeur, la charge des techniciens devrait être assumée par l'institution comme c'est le cas du personnel de bureau par exemple. Les professeurs peuvent être assistés également par des attachés de recherche et des boursiers post-doctoraux, engagés sur une base temporaire et rémunérés par des subventions de recherche venant de l'institution ou de l'extérieur.

On a vu récemment apparaître dans les universités d'autres structures de recherche, les centres. Dans les centres, la recherche doit être essentiellement appliquée et multidisciplinaire. Pour ces deux raisons, considérations extérieures au développement des disciplines et besoin d'expertise provenant de plusieurs disciplines ou champs d'étude, cette recherche ne peut pas être poursuivie dans les départements. Les centres, par définition, à cause de leur caractère appliqué, ne sont évidemment pas consacrés à l'avancement des sciences fondamentales. Mais dans le cas de centres associés à certaines vocations particulières, la majeure partie des activités pourrait consister dans l'application des sciences fondamentales.

10.4.4 Relations entre enseignement et recherche

Actuellement, en sciences fondamentales, l'enseignement aux 2e et 3e cycles est intimement relié à la recherche:

a) la recherche est un instrument pédagogique spécifique des programmes de formation de 2e et de 3e cycle;

b) la formation de chercheurs, par l'apprentissage de la recherche, est actuellement l'objectif principal de ces programmes. Il faut pourtant garder à l'esprit qu'une minorité des diplômés de ces programmes oeuvreront par la suite en recherche;

c) la plus grande partie de la recherche universitaire est associée à ces programmes.

L'enseignement au 1er cycle est relié à la recherche d'une façon plus complexe:

a) la recherche n'est pas un instrument pédagogique spécifique des programmes de formation de 1er cycle, bien que la présence de la recherche paraisse à plusieurs indispensable pour vivifier cet enseignement;

b) l'apprentissage de la recherche et la formation de chercheurs ne sont pas directement l'objectif de ces programmes bien que certains pensent que trop souvent ils en sont indirectement l'objectif.

La présence de la recherche peut certainement être bénéfique à l'enseignement du 1er cycle. Sans vouloir entrer dans un débat à ce sujet, nous ne croyons pas cependant que la présence de la recherche soit dans tous les cas indispensable au succès de l'enseignement du 1er cycle. Quoiqu'il en soit, l'expérience montre qu'en sciences fondamentales, l'accent mis sur un certain type de recherche a souvent fait perdre de vue les objectifs propres de l'enseignement de 1er cycle. Ces derniers ont été traités au chapitre 4, et nous ne reprendrons pas ce sujet ici.

Quant aux programmes de 2e et 3e cycle, il est certain que la recherche concourt à leurs objectifs mais il est non moins certain que la recherche n'est pas l'objectif de ces programmes. L'objectif de ces programmes est la formation plus approfondie d'étudiants, dans certains cas la formation de chercheurs, la participation à la recherche étant un instrument utilisé à divers degrés selon les besoins.

La recherche de base est sûrement un excellent moyen de formation. Toutefois, dans la plupart des cas, une recherche plus orientée serait plus compatible avec l'ensemble des objectifs des programmes de 2e et de 3e cycle. La recherche associée à ces programmes devrait, d'une part, être entreprise lorsque c'est possible en tenant compte des besoins socio-économiques et, d'autre part, sans trop s'écarter de sa route, elle devrait se soucier de poursuivre sa démarche jusqu'à l'obtention de résultats, soit qui répondent à ces besoins, soit qui peuvent être utilisés par d'autres par

la suite pour y répondre. De cette façon, non seulement cette recherche remplira-t-elle les objectifs propres de la recherche en sciences fondamentales, mais également elle donnera aux étudiants une meilleure préparation à leurs fonctions de travail.

Toute recherche universitaire doit avoir le caractère qui lui est propre de pouvoir être associée aux programmes de formation. Cependant, il doit y avoir un certain découplage entre la recherche universitaire et les programmes de 2e et 3e cycles. D'une part, il faut lutter contre la tentation, pour développer la recherche, d'accroître d'une façon indue son importance dans le cadre des études de 2e et de 3e cycle. D'autre part, certains champs de spécialisation en recherche méritent d'être développés bien qu'ils présentent moins d'intérêt du point de vue du marché du travail et des études de 2e et 3e cycle. Le complément de recherche qui résulterait du découplage en question peut devenir vital dans certains champs ayant par exemple une importance très grande du point de vue épistémologique. Logiquement il appartient aux universités de s'occuper de ces champs de recherche pure. Traditionnellement il en a toujours été ainsi.

10.4.5 Les organismes péri-universitaires de recherche

Dans le cas de la recherche appliquée, et de la recherche orientée afférente, mise en oeuvre dans le cadre de problèmes socio-économiques que l'on cherche à résoudre dans des délais relativement courts et selon un plan d'ensemble dont il faut suivre le déroulement à intervalles assez brefs pour pouvoir le réviser en cours de réalisation le cas échéant, les

structures et la gestion universitaires sont moins indiquées. Des leviers externes comme les critères d'attribution des subventions de recherche sont des mécanismes trop faibles pour assurer la réussite de ce genre d'activités; ces mécanismes sont utilisables à intervalles trop longs et ils perdent beaucoup de leur fermeté en traversant les écrans chaudement défendus, et à juste titre, de l'autonomie universitaire et de la liberté académique.

Par contre, étant donné les ressources relativement faibles au Québec en sciences fondamentales et la nature de ce secteur, il est difficile d'imaginer en recherche des développements considérables sans association avec le milieu universitaire. Il y a lieu par conséquent de rechercher des mécanismes permettant de mettre à profit la compétence et l'expertise accumulées à l'université. L'existence d'un réseau de centres péri-universitaires consacrés à des thèmes répondant aux besoins socio-économiques permettrait d'atteindre ces objectifs. Ces centres de recherche appliquée ne seront pas consacrés aux sciences fondamentales mais se développeront autour de thèmes comme par exemple: certains aspects de la santé, la nutrition, les ressources minérales, l'océanographie, l'agriculture, certains aspects de l'environnement. Ils devraient contenir cependant des sections de sciences fondamentales pour bien mettre à profit ces derniers. Nous reprendrons cette question au paragraphe 10.6.

10.5 Stratégie de développement

10.5.1 Le regroupement des activités

Depuis quelques années, le principe du regroupement des activités de recherche fait son chemin et il semble généralement admis en sciences fondamentales. Il a deux objectifs principaux: la qualité de la recherche et l'économie des moyens mis en oeuvre.

Dans beaucoup de domaines des sciences fondamentales, il semble que le regroupement des ressources humaines et physiques doive atteindre un niveau critique pour que l'on puisse prétendre effectuer de la recherche de qualité. Ce regroupement permet de disposer d'une quantité et d'une variété suffisantes d'appareils, d'instruments et de produits. Il rend possible une infrastructure adéquate de services administratifs et techniques. Enfin, le nombre plus élevé de chercheurs assure une variété de compétences et d'expertises connexes qui favorise les échanges d'idées entre les chercheurs et avec l'extérieur et qui permet de poursuivre un programme à la fois plus vaste et mieux intégré de recherches complémentaires.

D'autre part, du point de vue de l'ensemble du système de la recherche, le regroupement conduit à une économie de moyens en évitant la multiplication d'équipements plus ou moins majeurs, souvent coûteux.

Il y a déjà au Québec en sciences fondamentales un certain nombre de regroupements qui n'existent, à toute fin pratique, qu'en un seul exemplaire. Il faudrait certainement éviter de mettre sur pied d'autres regroupements dans les mêmes domaines, ce qui aurait pour effet d'empêcher le développement des regroupements actuels.

Si l'on projette le principe du regroupement dans l'avenir, il faut certes conclure que chaque institution universitaire devrait se spécialiser dans un certain nombre de domaines et chercher à coordonner son développement avec celui des autres institutions.

Une question difficile à résoudre reste celle de l'existence, dans certains domaines, de plusieurs groupes sous-critiques, petits ou moyens. En principe, il serait souhaitable de regrouper et de concentrer ces ressources physiques et humaines. En pratique, la tâche est difficile et délicate. Il faut pourtant chercher par tous les moyens à l'accomplir progressivement et sans heurt, dans l'intérêt de tous. Le processus implique un choix de domaines de spécialisation fait par chaque institution à la lumière d'un plan d'ensemble.

On fait souvent au regroupement la critique qu'il supprime la compétition indispensable au maintien de la qualité. Disons d'abord que l'émulation peut avoir lieu au sein même d'un regroupement suffisamment important et diversifié. D'autre part, le Québec n'est pas un système fermé, et la compétition avec l'extérieur demeure, de même que le jugement de qualité qui peut être porté par l'extérieur. Enfin, les ressources du Québec sont peut-être telles que dans la plupart des cas, il faut choisir d'assurer la qualité, soit par la compétition entre plusieurs unités faibles, soit par la compétition avec l'extérieur d'une seule unité forte.

Dans certains domaines, il peut être nécessaire d'avoir recours à des installations majeures, qui en raison de leur importance doivent être uniques. Il peut s'agir d'un laboratoire regroupant un ensemble d'appareils et de services, ou d'installations gravitant autour d'un seul appareil majeur comme, par exemple, un accélérateur de particules ou un télescope. Les ressources humaines requises pour tirer profit de ces installations peuvent parfois être trop considérables pour se trouver en une seule institution. Ou encore, il peut être désirable de développer dans plusieurs institutions des champs de spécialisation complémentaires reliés à une installation majeure. En tenant compte toutefois de la difficulté inhérente à la gestion conjointe d'une installation majeure par des universités distinctes et indépendantes, il est préférable que cette installation soit rattachée à une seule institution tout en étant accessible aux autres intéressés.

Après avoir considéré le principe du regroupement des activités de recherche, on peut maintenant envisager ses aspects pratiques. Le regroupement des chercheurs s'effectue en fonction d'un champ de spécialisation qui peut être soit une subdivision de la discipline soit un domaine d'application. Le mode de regroupement disciplinaire paraît présentement le plus naturel en sciences fondamentales: chimie minérale, physique nucléaire, algèbre. Le mode de regroupement selon un domaine d'application pourrait bien, dans certaines disciplines, devenir le plus important avant longtemps: biologie marine, physique de l'atmosphère, chimie des polymères. Dans un cas comme dans l'autre, domaine d'application ou subdivision de la discipline, le champ de spécialisation doit être défini d'une façon claire et fonctionnelle, et d'une manière ni trop large ni trop étroite pour que l'on puisse réaliser le regroupement des activités de recherche.

Pour exploiter convenablement un champ de spécialisation en sciences fondamentales, une même université doit pouvoir constituer un regroupement majeur de chercheurs. Pour fixer les idées, disons qu'un regroupement majeur doit comprendre au moins six professeurs dans un même champ de spécialisation. A ce noyau s'ajoutent les attachés de recherche et boursiers post-doctorat, les étudiants gradués, les auxiliaires et les techniciens. En dessous de cela, on ne saurait parler de regroupement majeur.

Il peut être utile de nous arrêter un instant, dans ce contexte, à la dimension des départements universitaires. Il existe présentement en sciences fondamentales, des départements que l'on pourrait qualifier de gros département, qui comptent 30 professeurs ou plus. On pourrait qualifier de moyen un département d'une quinzaine de professeurs ou plus et enfin de petit, un département regroupant moins de 10 professeurs. Notons que ces chiffres se réfèrent à une seule et même discipline et qu'il existe des départements réunissant les professeurs de deux ou même plusieurs disciplines.

On voit, par conséquent, que, même dans un gros département, le nombre de regroupements majeurs ne peut guère dépasser quatre en réduisant, d'une part, au minimum la dimension de chaque regroupement majeur et en tenant compte, d'autre part, du fait qu'il y a habituellement des professeurs qui ne se rattachent pas aux regroupements majeurs ou qui ne sont pas actifs en recherche. C'est pourquoi nous croyons plutôt qu'un gros département ne devrait pas chercher à constituer plus que 3 regroupements majeurs. Nous croyons, par ailleurs, que chaque département gros ou petit devrait tenter d'organiser la plus grande partie de sa recherche en de tels regroupements majeurs.

A l'échelle de l'ensemble du système universitaire, on ne devrait normalement trouver qu'un seul regroupement majeur dans un champ de spécialisation donné. Toutefois, il ne faudrait pas prendre cette affirmation dans le sens d'une exclusivité totale. Ainsi, dans une institution qui n'aurait

pas de regroupement majeur dans un champ de spécialisation donné, il n'est pas exclu qu'il y ait des enseignements et d'autres activités dans le champ en question. Cependant, ces activités doivent être secondaires et éviter de faire double emploi avec celles d'une autre institution qui aurait un regroupement majeur dans ce champ de spécialisation.

Certains verront là un obstacle au développement des universités en émergence, étant donné que tous les champs seraient déjà pris par les universités plus anciennes. Pourtant, tel n'est pas le cas. Si ces jeunes universités sont appelées à se développer en fonction de la croissance de leur clientèle étudiante, elles devront développer en conséquence leurs activités de recherche en choisissant autant que possible des champs inoccupés; il y en a et nous en signalerons quelques-uns dans les chapitres sur les sous-secteurs. Elles pourront aussi choisir des champs déjà pris par d'autres universités. Dans ce cas, les champs devront être choisis judicieusement en tenant compte des axes de développement des institutions et en raison de leur importance scientifique, au plan opératoire surtout mais aussi au plan épistémologique à l'occasion, en fonction des besoins du milieu, et enfin pour assurer un équilibre au plan linguistique. Rien n'empêche que ce développement puisse atteindre le niveau d'un regroupement majeur dans chaque champ est une règle générale. Il existe déjà des champs qui comptent plus d'un regroupement majeur, et il pourrait en exister d'autres. Toutefois, il faut insister fortement sur la nécessité de la complémentarité des activités dans les universités québécoises, dans chaque champ de spécialisation, aussi bien entre regroupements majeurs distincts qu'entre un regroupement majeur et une ou plusieurs équipes qui n'atteignent pas la dimension d'un tel regroupement.

10.5.2 Coordination des activités

Les considérations du paragraphe précédent conduisent à la nécessité d'établir des priorités dans les activités de recherche. Il faudra choisir parmi les champs de spécialisation qui existent présentement ou qui n'existent pas encore au Québec, ceux qui méritent d'être développés d'une façon prioritaire.

Etant donné la nature et les objectifs de la recherche de base effectuée dans les départements et laboratoires interdépartementaux, les critères de priorité dans ce cas devraient être élaborés essentiellement par des organismes universitaires. Ils devront tenir compte des clientèles étudiantes et des besoins socio-économiques.

Cependant, dans une optique de regroupement des ressources et de spécialisation des institutions, il faut, outre les mécanismes internes de planification des institutions, concevoir un mécanisme susceptible d'assurer la cohérence de l'ensemble des activités de recherche dans les universités. Le regroupement et la coordination des activités de recherche de base tout comme le choix des priorités doit reposer principalement sur l'initiative des universités elles-mêmes, mais il paraît naturel et indispensable de recourir aussi à ce propos au Conseil des universités.

Il est certain qu'il sera difficile pour une université en émergence de s'imposer dans un tel contexte, mais pour conserver le principe de l'autonomie universitaire en matière de recherche de base libre, il faut laisser la coordination de cette recherche à la seule concertation, dans le cadre bien sûr du Conseil des universités.

Toutefois, dans le cas d'un projet ou d'un programme d'envergure, il va de soi qu'un organisme gouvernemental doit intervenir. Cette intervention est mentionnée à la Recommandation 10.10 pour les subventions provenant d'organismes fédéraux. Pour les programmes d'envergure financés par des organismes provinciaux, l'intervention en question est évidemment présente automatiquement. Il ne paraît pas nécessaire de s'arrêter explicitement au cas éventuel des programmes majeurs financés par des sources privées.

De l'avis de la plupart des intéressés, le regroupement des champs de spécialisation est vital pour le développement de la recherche en sciences fondamentales à une époque qui s'avère critique du point de vue de la disponibilité des ressources. Dans ce but, il importe de connaître les champs de spécialisation que chaque université considère comme prioritaires pour elle, de façon à favoriser la consolidation ou l'émergence de regroupements majeurs dans les divers champs de spécialisation selon un plan d'ensemble cohérent.

Dans le cadre de son mandat, l'O.S.P. a abordé ce sujet. L'étude de chaque sous-secteur bien que très vaste comportait, entre autres choses, l'analyse des champs de spécialisation actuels et une amorce de classification de ces champs en vue de la planification de leur développement. Cette analyse a été effectuée à des degrés divers, selon la visibilité des champs dans les différents sous-secteurs. Avec des ressources limitées, l'O.S.P. n'a pas pu faire une analyse détaillée de la recherche universitaire. Toutefois, dans le but essentiellement de fournir une description partielle de la situation actuelle dans les universités avec, dans certains cas, des indications souhaitables de développement, les points saillants

relatifs aux champs de spécialisation seront traités dans les chapitres de ce rapport consacrés à chacun des sous-secteurs. Ces considérations pourront servir de point de départ au regroupement des champs de spécialisation. Cependant, le travail qui reste à faire est considérable, et de plus, il suppose une participation de plusieurs spécialistes venant de la base.

Pour amorcer le processus, le Conseil des universités pourrait demander à la Commission de la recherche universitaire de mettre sur pied au cours de 1976 un Comité des champs de recherche dans un ou deux des cinq sous-secteurs des sciences fondamentales, Chimie, Mathématiques, Physique, Sciences biologiques, Sciences de la Terre. A cette fin, outre les domaines compris dans le champ de l'O.S.F., notamment les sciences de l'atmosphère, l'océanographie et la géophysique, le sous-secteur des Sciences de la Terre devrait inclure la géologie qui était comprise dans le champ de l'O.S.A.

Pour faire le choix des sous-secteurs, les considérations suivantes pourraient s'avérer utiles. En chimie et en physique, le concept de regroupement en champs de spécialisation semble passablement développé. Par conséquent, la tâche d'un Comité dans ces sous-secteurs serait plus facile. C'est peut-être en Sciences biologiques et en Sciences de la Terre que le besoin paraît le plus grand et aussi que la tâche semblerait devoir être la plus complexe. Enfin en mathématiques pures, on pourrait penser que le concept de regroupement en champs de spécialisation n'a pas le même sens que dans les autres disciplines, la recherche, dans ce cas, étant avant tout individuelle. Cependant, la situation n'est pas aussi exceptionnelle qu'il peut paraître, puisqu'elle se présente

souvent dans d'autres disciplines également. Il existe des champs de spécialisation disciplinaires bien définis: algèbre, analyse, probabilités, et le regroupement de spécialistes, même en mathématiques pures, reste souhaitable pour assurer la présence d'une variété de compétences, favoriser les échanges et stimuler la recherche. En mathématiques appliquées, le regroupement peut s'établir autour de domaines d'application: mathématiques appliquées à la génétique, aux fluides, aux solides continus. Le choix à faire, dans ce cas, quant à la constitution d'un Comité, pourrait dépendre de l'importance qu'on veut accorder au développement de cet aspect des mathématiques qui est encore très peu développé au Québec.

Les Comités devraient être composés de membres ayant une expérience reconnue en recherche dans le sous-secteur concerné, professeurs d'université et scientifiques oeuvrant à l'extérieur de l'université. Il serait souhaitable qu'un des membres possède une expérience notable de la gestion universitaire.

Chaque Comité aurait pour tâche dans son sous-secteur:

a) d'indiquer les champs de spécialisation à développer en priorité dans les universités québécoises;

b) de proposer le regroupement et la répartition des champs de spécialisation dans les universités en tenant compte des axes de développement de ces dernières et des priorités retenues.

Par la suite, la Commission de la recherche universitaire pourrait continuer à veiller à la cohérence des activités en recherche de base dans l'ensemble du système universitaire.

Dans la mesure où elle participe au financement de la recherche de base dans le cadre du programme FCAC, la Commission de la recherche scientifique de la DGES devrait elle aussi participer à l'opération que nous venons de décrire. Le but du programme FCAC d'ailleurs est justement la formation d'équipes et la concertation de la recherche. Pour que son action soit plus efficace au niveau de la gestion du programme de subvention FCAC, la Commission aurait intérêt à connaître la répartition dans les universités des regroupements majeurs qu'on entend favoriser.

Dans le but d'intensifier et de développer la recherche universitaire en sciences fondamentales, par le truchement de regroupements cohérents, chaque université devrait demander au ministère de l'Education de reconnaître les regroupements majeurs qu'elle a déjà et qu'elle entend conserver et ceux qu'elle désire constituer. Ce dernier prendrait naturellement à ce sujet l'avis du Conseil des universités.

Ce processus d'identification des champs de spécialisation en recherche, d'inventaire des activités universitaires dans chacun d'eux et de reconnaissance des regroupements majeurs peut paraître une opération d'assez grande envergure. Elle est pourtant essentielle au développement cohérent de la recherche en sciences fondamentales et elle ne saurait être remise indéfiniment; il est raisonnable de penser que cette opération des champs de recherche peut être terminée dans cinq ans, avant la fin du premier plan quinquennal de l'O.S.F. en 1981.

10.5.3 Moyens à mettre en oeuvre

La planification du secteur doit évidemment tenir compte du contexte particulier dans lequel la plus grande partie des subventions à la recherche universitaire en sciences fondamentales provient d'organismes fédéraux. Pour que les universités québécoises puissent bénéficier pleinement de cette source de subventions, toute formule de planification ou de financement devra leur permettre d'atteindre en recherche un niveau d'activités comparable à celui des autres universités canadiennes. Plusieurs moyens pourront y concourir:

a) création de départements selon les besoins de la clientèle étudiante;

b) croissance des départements en fonction des effectifs étudiants;

c) regroupement des ressources dans les divers champs de spécialisation;

d) création de laboratoires interdépartementaux;

e) concentration des subventions FCAC pour assurer le démarrage ou la relance sur une plus haute échelle de programmes susceptibles d'attirer des subventions fédérales.

Le programme FCAC a pour but le développement de la recherche universitaire et la formation de chercheurs au sein d'équipes. Bien qu'il ne soit pas exclu que le programme FCAC puisse apporter une contribution d'appoint à des équipes participant à des programmes de grande envergure, il vaudrait mieux que son effort porte principalement sur l'aide aux programmes de petite et moyenne envergure.

Le programme FCAC favorise des thèmes de recherche dont certains sont orientés; cette politique est judicieuse. Toutefois, il faut être conscient que le FCAC en ce faisant subventionne la recherche universitaire. Il n'est pas possible par ce moyen de vraiment développer la recherche appliquée, même en créant au sein du programme deux enveloppes et deux mécanismes distincts d'attribution, l'un pour la recherche de base, l'autre pour la recherche orientée ou appliquée. Pour la recherche appliquée, il faut des organismes péri-universitaires, avec leur gestion propre et leurs ressources propres, subventionnés par des partenaires extérieurs clairement identifiés.

Il est important de noter qu'au niveau fédéral, l'excellence est le principal, sinon le seul, critère de subvention de la recherche. L'existence de critères supplémentaires au Québec n'est pas incompatible avec celui-là. Ils devraient naturellement être pris en considération lors de l'attribution des subventions majeures susceptibles d'orienter, de façon massive dans certains cas, l'effort de recherche dans un sous-secteur donné. Il est donc normal que le ministère de l'Education, contrairement à ce qui s'est déjà produit dans le passé, soit partie aux négociations touchant l'octroi aux universités

québécoises de subventions concertées de développement par des organismes fédéraux. Il serait possible par exemple de favoriser à ces occasions le développement de la recherche selon un plan d'ensemble, dans certaines régions, dans les jeunes universités. Le Conseil des universités, appelé à donner son avis sur de tels projets, devrait porter une attention particulière à la répartition et à la coordination des activités de recherche dans les universités.

Nous avons déjà noté que de toutes parts on exprime le désir que la recherche universitaire soit perméable aux besoins du milieu socio-économique québécois. On ne peut pas s'attendre à ce que le chercheur universitaire dans son laboratoire réussisse seul à percevoir des besoins. D'ailleurs ces derniers ne sont pas toujours formulés; il y a beaucoup à faire pour les identifier et les dégager. Ce travail à faire de part et d'autre dans l'université et dans le milieu, ne peut pas être laissé aux soins du hasard. Une démarche constante, dynamique et créatrice s'impose.

La plupart des universités ont déjà un organisme susceptible de s'occuper de cette tâche, le bureau de la recherche. A long terme ces bureaux de la recherche pourraient apporter une contribution indispensable aux organismes publics chargés d'identifier les besoins socio-économiques et d'établir entre eux des priorités. A court terme, ils pourraient sensibiliser les chercheurs universitaires à l'existence de certains besoins déjà identifiés ou pressentis. Enfin, déjà en pratique, ils peuvent mettre en contact entreprises et chercheurs et même obtenir, pour ces derniers, des ressources pour poursuivre leurs recherches.

10.6 La recherche orientée et appliquée dans les centres péri-universitaires

On assiste semble-t-il depuis quelques années à une nouvelle ère de la recherche scientifique, celle de la recherche orientée et appliquée en vue de la solution de problèmes à plus ou moins court terme. Certains ne voient là qu'un retour à la situation qui prévalait au siècle dernier. A cette époque, la science moderne qui en était à ses débuts avait pour objectif la solution de problèmes pratiques. Il suffit de penser, pour s'en convaincre, aux découvertes de Pasteur, au développement parallèle de la Chimie et de l'industrie, et même à la relation étroite entre la naissance de la thermodynamique et l'apparition de la machine à vapeur. Par la suite jusqu'à nos jours, la recherche épistémologique en vue du développement de la science et de la compréhension de l'univers, qui a existé de tout temps d'ailleurs, a pris un essor considérable. Quoi qu'il en soit, qu'il s'agisse d'un retour ou d'une conjoncture nouvelle, il semble bien que la recherche orientée et appliquée soit appelée à dominer la recherche scientifique pour plusieurs années à venir. Il ne faudrait pourtant pas qu'elle étouffe la recherche de base sur laquelle elle s'appuie et sans laquelle elle risquerait de devenir vite stérile.

C'est pourquoi un certain partage de ces deux types de recherche en même temps qu'une association entre eux semblent s'imposer en sciences fondamentales, l'université s'occupant en propre de la recherche orientée et appliquée. Il s'agit là naturellement pour l'université de sa mission principale en recherche et non pas de sa mission exclusive. Seule l'uni-

versité est capable d'assurer la permanence indispensable de la recherche de type épistémologique. Rien ne l'empêche cependant de s'intéresser librement à la recherche orientée et appliquée sans pour autant mettre en danger sa mission principale. La présence de Centres péri-universitaires dans son voisinage peut avoir un effet de polarisation susceptible de favoriser l'ouverture de la recherche universitaire sur le milieu et d'induire le développement de la recherche orientée au sein de l'université. Par ailleurs, l'existence de Centres péri-universitaires devrait aussi profiter au développement de la recherche dans les départements de sciences appliquées des universités.

Il est facile de constater que la recherche orientée et appliquée est très peu développée au Québec. Or les ressources actuelles des universités en recherche sont utilisées à toute fin pratique à pleine capacité. La majeure partie de ce potentiel devra continuer à être consacré à la recherche de base. Par conséquent, la réorientation d'une partie de ces ressources vers la recherche orientée et appliquée ne pourra certainement pas suffire à assurer le développement souhaité de cette dernière. Il faut de toute évidence envisager la mise en place de ressources nouvelles.

On ne peut ajouter ces ressources dans les universités elles-mêmes qu'en changeant la philosophie de base des subventions de fonctionnement. Présentement, ces dernières ne prévoient le financement de la recherche essentiellement que par le truchement de l'enseignement, en supposant que tout professeur consacre une partie de son temps à des recherches personnelles ou reliées à la formation des étudiants de 2e et de 3e

cycle. Dans ce cadre, l'augmentation des ressources ne peut pas être fonction d'une mission de recherche orientée ou appliquée supplémentaire mais uniquement du volume global des activités d'enseignement. On pourrait tenter dans une nouvelle formule de financement d'identifier l'actuelle fonction recherche. Il serait possible dans ce nouveau cadre de prévoir et de financer une mission supplémentaire de recherche appliquée dans les universités. Nous croyons toutefois qu'il est préférable, pour plusieurs raisons, de confier ce rôle à des centres péri-universitaires de recherche.

Les Centres péri-universitaires fourniraient en permanence les ressources additionnelles requises pour le développement de la recherche orientée et appliquée. Mis sur pied à la suite d'un projet conjoint entre une université d'une part et une industrie ou un groupe d'industries, un ministère ou un groupe de ministères d'autre part, le Centre péri-universitaire appartiendrait à ces derniers organismes et relèverait d'eux pour sa programmation et sa gestion, tout en faisant place, selon diverses modalités, à la participation de l'université. Cette formule ferait du Centre péri-universitaire un lieu de rencontre et d'échanges entre l'université d'une part et l'industrie et le gouvernement d'autre part. Le CRIQ pourrait lui aussi chercher des partenaires universitaires en vue de l'établissement de centres péri-universitaires.

Les centres péri-universitaires seront formés de chercheurs de carrière qui auront le même statut que ceux des centres de recherche industriels ou gouvernementaux. Naturellement, la circulation provisoire ou définitive entre centres péri-universitaires et départements universitaires serait possible. Pour

atteindre les objectifs visés, il faudra évidemment s'assurer de la collaboration des professeurs de l'université, entre autres sous forme de détachements, à plein temps ou à temps partiel, d'une manière plus ou moins permanente.

Il convient maintenant de considérer les centres universitaires en regard des centres péri-universitaires dont nous venons de parler.

Le centre universitaire joue et continuera à jouer un rôle précieux dans le système de la recherche. Il propose un thème d'attraction qui permet de regrouper en recherche des professeurs des divers départements réguliers en leur apportant parfois des subventions additionnelles. Le thème du Centre permet ainsi une coordination des efforts de recherche et en général aussi une ouverture de la recherche sur des préoccupations d'ordre socio-économique. De plus, grâce à l'autonomie de l'université dont jouit également le Centre universitaire, cette recherche reste libre. De cette façon, elle répond à l'initiative des chercheurs et leur permet d'exercer leur rôle de critique dans la société. En somme, bien que n'ayant pas de ressources importantes en propre, le centre universitaire est un mécanisme qui, sans produire de développement quantitatif de la recherche dans l'université, permet d'en accroître l'efficacité, de la coordonner et de l'orienter en réponse à une initiative venant librement de l'intérieur de l'institution.

Il est urgent de développer au Québec la recherche orientée et appliquée et par conséquent d'accroître les ressources consacrées à cette dernière en établissant le plus rapidement

possible un certain nombre de centres péri-universitaires. Dans ce but, le Conseil de la politique scientifique devrait procéder avec plus de célérité à la détermination des besoins et des priorités en cette matière. Il existe indubitablement déjà une certaine conscience des besoins et des priorités qui s'inscrit d'une façon implicite dans les thèmes de la recherche universitaire, en particulier ceux des centres universitaires de recherche.

Il est en effet nécessaire et urgent de choisir des domaines prioritaires pour la recherche appliquée au Québec. Il existe, de fait, certains thèmes de recherche appliquée: l'alimentation, l'écologie, l'environnement, l'agriculture, la foresterie, l'océanographie, les ressources minérales, l'énergie. Ces thèmes, sans avoir été déclarés prioritaires officiellement, reflètent la perception des besoins qu'ont les chercheurs universitaires et les organismes qui les appuient, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'université. Il existe même des Centres universitaires ou des groupes interuniversitaires de recherche consacrés à ces thèmes: en alimentation le CRESALA à l'UQAM et le Centre de Recherche en Nutrition à Laval, en écologie le CREM à Montréal et le CERSE à l'UQAM, le Centre de technologie de l'environnement à Sherbrooke, en océanographie, le laboratoire de Rimouski et le groupe interuniversitaire GIROQ, le Centre de recherche du Moyen Nord à Chicoutimi qui s'intéresse aux ressources minérales ,en énergie le CREN de l'INRS. Il y a de plus des laboratoires de recherche fédéraux en agriculture et en foresterie situés près du Campus de l'Université Laval. Tous ces éléments pourraient servir de base à l'établissement par le Conseil de la politique scientifique des besoins et des priorités en matière de recherche appliquée.

Certains ministères et certaines industries ont peut-être déjà des besoins bien définis et pourraient être prêts à proposer aux universités des projets conjoints si la formule des centres péri-universitaires était adoptée et largement diffusée. Toutefois, il est probable qu'au départ l'initiative devra venir principalement des universités. Celles-ci devraient chercher activement des partenaires gouvernementaux ou industriels pour établir des centres péri-universitaires dans les domaines où elles ont déjà une certaine expertise. C'est ainsi que certains centres universitaires de recherche pourraient être réorientés au besoin et transformés en centres péri-universitaires.

La création de centres péri-universitaires pourrait être utilisée dans le cadre d'un plan d'ensemble, non seulement pour favoriser le développement de la recherche selon certaines orientations, mais aussi pour stimuler le développement dans certaines régions et dans certaines universités en particulier.

Notons que le Centre péri-universitaire de recherche appliquée ou CPRA n'est pas nécessairement dès le départ un gros établissement. Il serait souhaitable d'arriver à ce but dans certains cas bien identifiés. Mais dans d'autres cas, et en général dans le cadre d'une stratégie de développement, le CPRA peut être une unité de moindre importance appelée à grandir selon les besoins et la priorité qu'on lui accordera.

Pour illustrer les propos que nous venons de tenir, nous décrirons maintenant brièvement quelques exemples de centres péri-universitaires de recherche appliquée qu'il y aurait intérêt à créer.

Comme on le verra au chapitre 12, les mathématiques appliquées reçoivent très peu d'attention au Québec. Il existe bien sûr le Centre de recherche mathématique de Montréal qui touche à cet aspect des mathématiques. Toutefois, l'objectif qu'il s'est donné n'est pas le développement de l'application des mathématiques mais le développement des mathématiques appliquées et des mathématiques fondamentales pouvant conduire à des applications. Cet exemple peut servir d'illustration à la notion de Centre péri-universitaire de recherche appliquée. Dans le cadre universitaire, la recherche en mathématiques appliquées s'oriente tout naturellement vers le progrès des mathématiques appliquées, leur approfondissement, leur raffinement. Il est très souhaitable que, tout en poursuivant cet objectif, la recherche universitaire soit perméable aux problèmes socio-économiques et s'engage dans des voies susceptibles de leur apporter des solutions.

Les CPRA suivent une toute autre démarche. Il existe des problèmes socio-économiques auxquels les mathématiques appliquées peuvent apporter des solutions. L'objectif d'un CPRA en mathématiques appliquées consisterait précisément à rechercher ces solutions; l'objectif d'accroissement des connaissances en mathématiques appliquées serait tout à fait secondaire dans ce cas. Les recherches n'auraient pas à y être originales au point de vue mathématiques; elles seraient entièrement commandées par les problèmes à résoudre qui seraient eux-mêmes choisis par l'organisme extra-universitaire possédant le CPRA, en fonction des besoins de cet organisme et non pas en fonction de leur intérêt sur le plan mathématique. Non seulement le programme de recherche du CPRA serait-il établi par cet organisme, mais la gestion même du programme serait de son ressort.

Dans cette optique, il y aurait place à notre avis pour un centre péri-universitaire de recherche en mathématiques appliquées, sans aucunement faire double-emploi avec le Centre de recherche mathématique de Montréal. Pour ce CPRA, les domaines d'applications ne manquent pas. Toutefois, un petit nombre de domaines bien définis devraient être choisis. Les besoins à l'égard des activités d'un tel centre sont indubitablement très grands. On pense surtout, par exemple, aux besoins très concrets de l'industrie. C'est pourquoi il pourrait entrer dans la vocation du Centre de Recherche Industrielle du Québec d'implanter et de supporter un centre péri-universitaire en mathématiques appliquées. Comme partenaire universitaire, il n'est pas nécessaire de songer à une institution dont le renom serait déjà bien établi en mathématiques appliquées. Une telle institution n'existe d'ailleurs pas au Québec. Rappelons aussi que le Centre péri-universitaire possède ses ressources propres et ne dépend pas strictement pour son fonctionnement de celles de l'université à laquelle il est associé. Par conséquent, dans le cas des mathématiques appliquées, un centre péri-universitaire aurait plus à apporter à une université qu'à retirer d'elle. Ce qu'il faut attendre surtout de cette dernière, c'est que son corps professoral puisse s'intéresser aux applications des mathématiques et que l'université soit déjà suffisamment développée en mathématiques et qu'elle ait aussi des perspectives intéressantes de développement ultérieur dans ce domaine. Dans cet esprit, on peut penser entre autres, comme partenaires universitaires, à l'Université de Sherbrooke et à l'Université du Québec à Trois-Rivières qui comptent chacune un bon nombre de mathématiciens qui pourraient entretenir des échanges fructueux avec les mathématiciens du centre. Dans le cas de l'Université de Sherbrooke, la préoccupation à l'égard des mathématiques appliquées est déjà

présente et le dialogue avec le centre pourrait s'amorcer dès le départ. Dans le cas de l'UQTR, la maturité du département de mathématiques est moins grande, et la préoccupation pour les mathématiques appliquées est peu apparente. Toutefois, il y a là un potentiel intéressant dont la disponibilité serait à estimer. La présence du centre aurait pour effet bénéfique de favoriser le processus de maturation des mathématiques à l'UQTR et de l'orienter vers des préoccupations concrètes qui pourraient en retour être utiles au centre. Notons en passant que cette orientation des mathématiques à l'UQTR serait tout à fait conforme à l'axe industrie et organisation de cette institution.

Les différents problèmes touchant la nutrition et l'alimentation constituent un champ de recherche appliquée susceptible de prendre une envergure de plus en plus considérable, en s'appuyant fortement sur les différentes disciplines du secteur des sciences fondamentales. Il existe déjà au Québec deux centres de recherche universitaire dont les efforts sont orientés dans cette direction, le Centre de recherche en nutrition de l'Université Laval et le Centre de recherches en sciences appliquées à l'alimentation de l'Université du Québec à Montréal. Dans le premier de ces centres, les programmes de recherche sont élaborés dans le cadre du thème "Relation entre l'alimentation et la santé". On s'y préoccupe, entre autres sujets, du comportement alimentaire de la population, des maladies nutritionnelles, de l'amélioration de l'efficacité de l'animal comme pourvoyeur d'aliments pour l'homme, de nouveaux procédés de production alimentaire, de qualité nutritionnelle et de salubrité des aliments. A l'UQAM, les programmes sont orientés vers les procédés biochimiques

ou physiques de fabrication, vers l'amélioration de l'interface fabrication-société. On s'y est aussi donné un objectif de service public sous forme d'expertise scientifique ou d'assistance technique aux milieux intéressés. Chacun des deux centres compte au moins une quinzaine de chercheurs actifs et reçoit des subventions substantielles. Compte tenu de l'importance socio-économique du champ en question, ainsi que de la diversité des aspects qu'il présente, nous croyons qu'il n'est pas exagéré d'envisager dès maintenant la création de deux centres péri-universitaires de recherches appliquées à la nutrition et à l'alimentation. L'un de ces centres serait établi dans le voisinage de l'Université Laval avec une mission correspondant aux tendances du centre qui existe déjà dans cette institution: développement des recherches médicales, agronomiques, zootechniques, appliquées à la nutrition et à l'alimentation. C'est naturellement aux deux ministères concernés directement, le ministère des affaires sociales et le ministère de l'Agriculture qu'incomberait la responsabilité de créer et de maintenir un tel centre. Le deuxième centre, établi près de l'UQAM, se donnerait une vocation plus orientée vers les aspects industriels de l'alimentation et les services aux consommateurs. Le partenaire naturel de l'Université du Québec, pour la création de ce centre, serait le ministère de l'Industrie et du Commerce, ce qui n'exclut pas une participation éventuelle de l'entreprise privée.

L'océanographie est un autre domaine pour lequel il y aurait lieu de considérer l'opportunité de créer un centre péri-universitaire de recherche appliquée. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce cas particulier au chapitre 15.

On peut facilement imaginer bien d'autres additions à la liste des centres péri-universitaires que le Québec aurait intérêt à se donner et dans lesquels les sciences fondamentales joueraient un rôle important: qu'on pense en particulier aux possibilités qu'il y aurait, du côté de l'Université Laval, en relation avec l'industrie de l'optique et du laser, ou encore à l'Ecole de médecine vétérinaire affiliée à l'Université de Montréal dans le domaine de la reproduction animale.

Il convient en terminant de considérer, dans le cadre décrit plus haut, le rôle de l'I.N.R.S. de l'Université du Québec.

Le rôle de cet institut, d'ailleurs présentement remis en question, comporte deux volets. D'une part l'I.N.R.S. s'occupe de la formation d'étudiants par la recherche au niveau du 2e et du 3e cycle; d'autre part, il s'adonne à des recherches orientées selon des thèmes répondant à des préoccupations d'ordre socio-économique. Ces deux volets d'activité sont financés au sein de l'enveloppe des subventions universitaires de fonctionnement du ministère de l'Education.

Cette situation mérite sans doute une certaine clarification. Le modèle proposé par l'O.S.F. permettrait de l'apporter. En effet, le rôle de l'I.N.R.S. à l'égard de la recherche orientée et appliquée est essentiellement celui qu'on a recommandé de confier aux centres péri-universitaires. L'INRS pourrait donc être considéré comme un groupe unifié de centres

péri-universitaires. Son statut d'ailleurs de constituante autonome relevant directement de la corporation centrale de l'Université du Québec lui donne, sans doute sans changements majeurs, la liberté et la visibilité voulue pour fonctionner comme centre péri-universitaire. Le financement de l'I.N.R.S. ne devrait pas être un obstacle sérieux. Avec l'évolution de la formule de financement, l'identification de la fonction recherche dans les universités sera plus précise, permettant ainsi à l'I.N.R.S. de tirer de sources plus appropriées le financement de sa recherche orientée et appliquée. Cette opération devrait d'ailleurs être simplifiée du fait de l'évolution des études de 2e et de 3e cycle. D'une part, on assistera vraisemblablement à une diminution relative de la part de la recherche dans ces études, ce qui aurait pour effet de diminuer la durée du séjour d'un étudiant à l'I.N.R.S., et par conséquent aussi de réduire l'importance relative du volet d'activité de l'I.N.R.S. consacré aux études. D'autre part, le même effet se fera sentir à la suite du développement des études de 2e et de 3e cycle dans les autres constituantes de l'Université du Québec.

RECOMMANDATIONS

10.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE la gamme de la recherche universitaire en sciences fondamentales s'élargisse et se diversifie en s'orientant davantage vers les besoins socio-économiques.

10.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE la recherche de base et la recherche orientée librement se fassent dans le cadre actuel des universités, soit dans le département dans le cas de la recherche disciplinaire, soit dans le laboratoire interdépartemental dans le cas de la recherche interdisciplinaire.

10.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE la recherche de base et la recherche orientée librement, dans les départements et les laboratoires interdépartementaux:

a) soient toujours de telle nature qu'elles puissent servir d'appui aux programmes de formation de 2e et de 3e cycle,

b) puissent déborder le cadre des programmes de 2e et de 3e cycle pour atteindre un développement suffisant,

c) deviennent de plus en plus perméables au contexte socio-économique et cherchent à s'y insérer.

10.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE chaque université, en sciences fondamentales, choisisse des champs de spécialisation qui lui soient propres et harmonise son développement avec celui des autres universités dans la complémentarité en constituant, s'il y a lieu, des groupes interuniversitaires de recherche;

b) QUE toute installation majeure de recherche soit rattachée à une seule université et que, dans le cadre d'une planification globale des champs de spécialisation, chaque installation majeure soit accessible aux personnes intéressées des autres institutions.

10.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les critères de priorité pour la recherche de base en sciences fondamentales soient élaborés essentiellement par des organismes universitaires, et tiennent compte des clientèles étudiantes et des besoins socio-économiques;

b) QUE la coordination de la recherche de base en sciences fondamentales dans les universités soit assurée principalement par les universités.

10.6 L'OPÉRATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QU'un des objectifs de l'organisation de la recherche universitaire en sciences fondamentales soit le regroupement des ressources par champ de spécialisation et leur coordination;

b) QUE les champs de spécialisation soient définis d'une manière fonctionnelle qui tienne compte à la fois de l'état d'avancement des connaissances, de la situation actuelle des activités au Québec et des besoins socio-économiques du Québec;

c) QUE chaque champ de spécialisation soit défini d'une façon ni trop large ni trop étroite, de façon à faire appel à des ressources de dimensions optimales compte tenu des avantages recherchés par le regroupement et de la nécessité d'une répartition des activités dans les différentes universités;

d) QUE pour chaque champ de spécialisation on ne trouve que dans une seule institution, un regroupement majeur tel que défini au paragraphe 10.5.1, à moins que du point de vue des sciences ou des besoins socio-économiques, le champ en question soit d'une importance telle qu'on veuille lui consacrer des ressources trop considérables pour qu'elles soient regroupées en un seul endroit.

10.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE dans la suite et dans l'esprit de l'Opération Grandes orientations du Conseil des universités, dans chaque sous-secteur du secteur des sciences fondamentales, Chimie, Mathématiques, Physique, Sciences biologiques, Sciences de la Terre, ainsi qu'en Biochimie, chaque université fasse l'inventaire des champs de spécialisation, et jusqu'à un certain point des grands domaines à l'intérieur de ces derniers, où elle exerce et entend continuer à exercer des activités, en indiquant l'importance actuelle de ces activités et la priorité qu'elle entend leur accorder au cours des dix prochaines années, et que cet inventaire pondéré de priorités soit affiché et transmis au Conseil des universités;

b) QUE le Conseil des universités, à la lumière de cet inventaire et de la façon qu'il jugera appropriée, fasse connaître aux universités son avis sur la cohérence de l'ensemble des activités de recherche de base dans les universités, dans le but d'assurer cette cohérence par le truchement de la concertation des universités entre elles;

c) QU'à la suite de cette opération, chaque université demande au ministère de l'Education de reconnaître les regroupements majeurs qu'elle a déjà et qu'elle entend conserver et ceux qu'elle désire constituer;

d) QUE cette opération soit terminée avant la fin du premier plan quinquennal de l'O.E.F. en 1981.

10.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education, par l'intermédiaire de sa Commission de la recherche scientifique, participe avec les universités et avec le Conseil des universités (RECOMMANDATION 10.7) à l'inventaire des regroupements majeurs dans les champs de spécialisation en sciences fondamentales et qu'après avoir pris l'avis du Conseil des universités, il soit appelé à reconnaître les regroupements majeurs que les universités entendent conserver et ceux qu'elles désirent constituer.

10.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education, avec la pleine collaboration des universités et dans une optique de planification continue de la recherche de base en sciences fondamentales, maintienne un inventaire détaillé et mis à jour périodiquement de la recherche dans le système universitaire;

L'inventaire comprendrait, pour chaque programme de recherche identifié: nombre et qualifications des chercheurs, temps consacrés par ces derniers au programme, nombre d'étudiants, nombre de techniciens, équipement, montant des subventions ventilé suivant la source (programme FCAC, subventions internes de l'université, et autres).

10.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE, dans le cadre des politiques québécoises de financement de l'enseignement supérieur, tous les moyens soient mis en oeuvre pour permettre aux universités québécoises de parvenir à un niveau d'activité en recherche en sciences fondamentales susceptible de leur attirer la part qui leur est due des subventions de recherche provenant des organismes fédéraux;

b) QUE le ministère de l'Education veille à la coordination avec l'ensemble des priorités retenues par le Québec des subventions concertées de développement en sciences fondamentales accordées par des organismes fédéraux.

10.11 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education dans le cadre de son programme FCAC:

a) tout en continuant à favoriser des thèmes de recherche orientée, ait comme objectif le développement de la recherche universitaire dans les départements, laboratoires interdépartementaux et centres universitaires, et non pas le développement de la recherche orientée et appliquée dans les centres péri-universitaires;

b) conserve une seule enveloppe et un seul mécanisme d'attribution pour ses subventions aux chercheurs universitaires;

c) tout en apportant au besoin une contribution d'appoint à des équipes participant à des programmes de recherche de grande envergure, fasse porter son effort principalement sur l'aide aux programmes de petite et moyenne envergure.

10.12 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education propose pour le programme québécois de recherche universitaire en sciences fondamentales, des objectifs qui correspondent à des priorités scientifiques, socio-économiques et culturelles au Québec.

10.13 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE la recherche appliquée reliée aux sciences fondamentales tout en étant associée à l'université pour l'échange de ressources et la fécondation mutuelle, relève d'un autre type de gestion que celle de l'université comme telle et subisse plus directement l'impulsion des objectifs visés;

b) QUE ce type de recherche s'effectue dans des centres de recherche appliquée, situés dans le voisinage des universités, que nous appelons Centres péri-universitaires de recherche appliquée (CPRA);

c) QUE les CPRA, fournissant en permanence les ressources additionnelles requises pour le développement de la recherche orientée et appliquée, soient mis sur pied à la suite d'un projet conjoint entre une université et un partenaire extérieur auquel le CPRA appartiendrait et dont il relèverait pour sa programmation et sa gestion tout en faisant place, selon diverses modalités, à la participation de l'université;

d) QUE, pour assurer le développement de la recherche appliquée en sciences fondamentales et accroître la contribution de ces dernières aux activités des centres péri-universitaires, ceux-ci contiennent des sections disciplinaires ou interdisciplinaires en sciences fondamentales n'ayant pas de programme de recherche propre, mais dont les chercheurs participeraient directement aux programmes de recherche du CPRA.

10.14 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE le Conseil de la politique scientifique élabore et que le Comité interministériel des politiques scientifiques approuve dans les meilleurs délais une liste de domaines prioritaires au Québec pour la recherche appliquée reliée aux sciences fondamentales, et qu'ils placent cet objectif au sommet de leurs priorités;

b) QUE les domaines de l'alimentation, l'écologie, l'environnement, l'agriculture, la foresterie, l'océanographie, les ressources minérales, soient considérés à ce titre.

10.15 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QU'en tenant compte des domaines prioritaires retenus et de leurs propres axes de développement, les universités prennent l'initiative de proposer aux organismes intéressés, ministères et industries, de créer sur leur campus, en relation avec les sciences fondamentales, des centres péri-universitaires de recherche appliquée.

10.16 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education invite les divers ministères et organismes industriels intéressés par la recherche appliquée ainsi que le CRIQ à prendre en considération la création, en relation avec les sciences fondamentales, de centres péri-universitaires de recherche appliquée.

10.17 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Gouvernement du Québec favorise la création, en relation avec les sciences fondamentales, de laboratoires fédéraux de recherche appliquée qui seraient situés dans le voisinage immédiat des universités.

CHAPITRE 11 - LA CHIMIE

11.1 Introduction

Parmi les diverses disciplines des sciences fondamentales, la Chimie a peut-être été la première à se développer dans les universités québécoises. La nature de la Chimie et la visibilité de cette discipline sur le marché du travail, dans l'industrie et ailleurs, sont sans doute les raisons qui ont favorisé son développement assez précoce et rapide. Ce développement a été influencé dans une certaine mesure par le rôle indispensable que joue la chimie dans la formation de professionnels comme les médecins et les pharmaciens.

Les programmes de 1er, 2e et 3e cycle en chimie ont probablement été les premiers à se développer durant les années quarante et ont sûrement été les plus importants durant la majeure partie des années cinquante. Ce n'est que vers la fin de celles-ci que les autres programmes en sciences fondamentales, de 1er cycle d'abord, ont pris à leur tour une certaine importance.

La visibilité de la chimie sur le marché du travail se reflète d'ailleurs dans l'existence d'une corporation professionnelle, l'Ordre des chimistes du Québec. La plupart des diplômés en chimie tiennent à appartenir à l'Ordre même si souvent en pratique les fonctions qu'ils exercent ne les obligent pas à le faire. Néanmoins, cette attitude indique bien la perception qu'ont les chimistes d'être appelés pour la plupart à oeuvrer en tant que praticiens.

On a fait état au chapitre 2 du taux de poursuite aux études de deuxième et de troisième cycle chez l'ensemble des diplômés de premier cycle des universités québécoises, tant anglophones que francophones. L'étude de l'O.S.P. sur les profils de carrière présente également ces taux pour diverses disciplines (1). Il est intéressant de considérer ici ces taux pour les diplômés de premier cycle en chimie.

Considérons d'abord la maîtrise. Du côté anglophone, pour les diplômés en chimie comme pour l'ensemble des diplômés de toutes les disciplines, le taux de poursuite au deuxième cycle est assez stable; il est toutefois inférieur au taux pour l'ensemble puisque 30% des diplômés de premier cycle en chimie poursuivent leurs études à la maîtrise comparé à 40% pour l'ensemble des diplômés. Notons toutefois qu'en milieu anglophone, la coutume veut que plusieurs candidats passent directement au Ph.D. en chimie sans faire de maîtrise.

Du côté francophone, le taux pour les diplômés en chimie augmente de 40% à 50% de 1965 à 1972 et dépasse ainsi maintenant le taux de 40% pour l'ensemble des diplômés.

Pour le doctorat, la situation est sensiblement la même du côté francophone et du côté anglophone. Elle reproduit d'ailleurs la situation d'ensemble puisque de 1960 à 1972 le pourcentage des diplômés de premier cycle qui poursuit des études de doctorat diminue de 55% à un peu plus de 15% du côté anglophone et de 50% à 10% du côté francophone.

---

(1) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, Etude particulière N° 5 de l'O.S.P.

Le premier emploi détenu par un diplômé est certainement un indice qui mérite d'être pris en considération dans la détermination des objectifs des programmes de formation. Pour les diplômés dont la discipline principale de formation est la chimie, les professions scientifiques et l'enseignement constituent dans cet ordre les deux principaux débouchés. Comme l'indique le tableau ci-dessous, la proportion des diplômés en chimie attirés par les professions scientifiques est plus grande que la fraction de l'ensemble des diplômés en sciences qui se dirigent vers ces professions, tant pour les universités anglophones que pour les universités francophones. Dans le cas de l'enseignement, c'est l'inverse qui se produit.

	Universités anglophones		Universités francophones	
Diplômés	Professions scientifiques	Enseignement	Professions scientifiques	Enseignement
Chimie	56,9%	20,2%	47,8%	42,6%
Toutes disciplines	41,2%	24,0%	35,4%	53,9%

Toutefois, quand on regarde l'évolution dans le temps des premiers emplois, on constate que depuis 1969, la tendance est inversée chez les diplômés en chimie des universités francophones: 50% commencent maintenant leur carrière dans l'enseignement et 35% dans les professions scientifiques.

Quand on considère la répartition des diplômés par secteur d'activité économique, il n'est sans doute pas surprenant de constater que la proportion des chimistes, dans la catégorie des professionnels scientifiques, travaillant dans les secteurs primaire et secondaire est bien supérieure à celle de l'ensemble des diplômés oeuvrant dans ces secteurs. Du côté francophone, 46,3% de ces chimistes travaillant au Québec en 1974 se trouvaient dans ces secteurs comparé à 10,3% pour l'ensemble des diplômés en sciences. Du côté anglophone, ces mêmes pourcentages étaient de 89,6% et 29,6% respectivement.

11.2 Le premier cycle

11.2.1 Les programmes

Après une lecture rapide du dossier Chimie de l'O.S.F., on pourrait croire qu'il existe une grande variété de programmes. Un examen plus attentif toutefois révèle qu'en pratique, si l'on tient compte de la clientèle étudiante, il n'en existe que deux: le programme spécialisé en chimie de base et le "Major" exclusif, lui, aux universités anglophones. Un troisième, en chimie "appliquée", est en voie de développement. On pourrait en ajouter un quatrième, le programme de formation des maîtres qui attire une clientèle non négligeable dans deux institutions. Toutefois, ce dernier

n'est pas vraiment un programme distinct; pour ce qui est de la chimie, il s'identifie avec une partie du programme spécialisé en chimie de base. La question de la formation des maîtres a été traitée au chapitre 7 et nous n'y reviendrons pas ici.

Toutes les institutions québécoises, au nombre de dix, ont un programme spécialisé en chimie de base.

Les trois institutions anglophones ont un programme "Major". La clientèle de ces programmes est importante comparée à celle des programmes spécialisés ou honours; la première est égale à la deuxième à Bishop's et à McGill; à Concordia au campus Sir George Williams elle est 8 fois plus élevée, et au campus Loyola, elle est 2,5 fois plus élevée.

Trois institutions francophones, Laval, Montréal et Sherbrooke, ont un programme de majeure qui sert essentiellement dans le cadre de la formation des maîtres et qui accueille d'ailleurs peu d'étudiants.

Quatre institutions ont un programme en chimie appliquée: Sherbrooke et l'UQAM ont un programme spécialisé, Concordia un Major et McGill un Faculty program. Un seul de ces programmes, celui de l'UQAM, compte un nombre non négligeable d'inscriptions.

Deux institutions, McGill et l'UQAR, ont des programmes multidisciplinaires avec un nombre négligeable d'inscriptions.

On constate par ailleurs dans le contenu des programmes une grande uniformité et une rigidité qui semblent inspirées en bonne partie des normes de l'Ordre des chimistes du Québec. On peut s'interroger sur l'utilité de normes rigides qui peuvent faire obstacle à l'innovation au niveau des programmes en vue de répondre à des besoins nouveaux et divers.

Tous les programmes de 1er cycle en chimie, dans chaque université devraient être réorganisés selon les objectifs et l'organisation recommandés au chapitre 4. Le programme spécialisé, grâce à la place réservée aux applications, pourrait facilement assimiler les programmes de chimie appliquée présentement en voie de développement.

Deux des domaines identifiés comme connexes dans l'O.S.F., l'environnement et les services de santé, pourraient servir entre autres de domaines d'applications pour les programmes de chimie. Il est sûr que la chimie est appelée à jouer un rôle de premier plan dans le domaine de l'environnement touchant par exemple à la pollution de l'air et de l'eau. Quant aux services de santé, il n'est pas certain que la biochimie, déplace complètement cette dernière dans le domaine d'application que constituent les services de santé.

Dans les universités francophones, on devrait offrir le nouveau programme avec majeure décrit au chapitre 4 et qui s'inspire du programme "Major" des universités anglophones. Comme dans ces dernières, ce programme serait susceptible d'attirer un nombre important d'étudiants intéressés à l'étude de la chimie.

La chimie est certainement une discipline qui mérite d'être associée aux domaines para-scientifiques identifiés par l'O.S.F., documentation, communication, socio-politique des sciences, traduction. Il serait souhaitable qu'il existe des programmes de formation pour ces domaines qui s'appuient sur l'étude de la chimie.

11.2.2 L'Ordre des chimistes du Québec

La chimie est considérée comme une profession à exercice exclusif régie par l'Office des professions. Les trois citations suivantes nous permettent d'entrevoir l'attitude que l'Office souhaite promouvoir à l'égard de la formation professionnelle:

> "La réconciliation entre les objectifs de la formation académique et de la formation professionnelle est actuellement l'un des grands défis à relever dans le domaine de l'éducation";
>
> "L'Office des professions souhaite que, le plus souvent possible, le diplôme académique donne directement accès à la pratique des professions et que les conditions additionnelles exigées par les corporations ne dédoublent pas les évaluations faites au niveau académique";

"Un comité conjoint université-corporation... regroupant des représentants des universités en cause, de la corporation visée et des étudiants inscrits dans la discipline concernée participera à l'élaboration des programmes d'études": (1)

Les conditions exigées présentement pour l'admission à l'Ordre des chimistes portent non seulement sur le nombre de cours de chimie mais aussi sur la sorte de cours de chimie, ce qui engendre une double rigidité préjudiciable à l'évolution normale des programmes. En effet, celle-ci devra suivre l'évolution de la société et du marché du travail, l'évolution de la chimie elle-même et de ses relations avec les autres disciplines scientifiques, les sciences de la santé et l'ingénierie, l'évolution des domaines d'application de la chimie qui ont déjà fait apparaître et feront apparaître encore davantage des besoins nouveaux et divers.

Les programmes recommandés par l'O.S.P. sont en mesure de répondre à ces besoins et à leur évolution. Parmi ceux-là, le programme spécialisé est sûrement capable de préparer des diplômés aptes à occuper les fonctions de chimistes qui intéressent l'Ordre. La structure générale de ce programme est définie, mais son contenu disciplinaire peut varier qualitativement selon les objectifs visés. Un diplôme distinct, le baccalauréat spécialisé serait décerné au terme

---

(1) Conférence prononcée à l'Université Laval, le 28 janvier 1975, par monsieur René Dussault, Président de l'Office des professions du Québec.

de ce programme. Il ne fait pas de doute que le programme spécialisé, sans qu'il soit nécessaire de fixer son contenu disciplinaire d'une façon rigide, est apte à former des chimistes compétents, compte tenu particulièrement des exigences explicites à l'égard de l'insertion de la discipline dans le concret. Par conséquent, l'Ordre des chimistes qui a d'ailleurs eu dans le passé la sagesse d'élaborer ses normes à partir des programmes universitaires existants, devrait accepter que le baccalauréat spécialisé, sans autre exigence, donne directement accès à la pratique de la profession.

11.2.3 Les clientèles étudiantes et les diplômés

D'après le dossier Chimie de l'O.S.P., les inscriptions en 1973 étaient les suivantes:

	Nombre	%
Québec francophone	405	56
Québec anglophone	316	44
Québec total	722	100
Canada	2 260	-
Québec/Canada	722/2 260	32

En 1972, 1973 étant une année singulière pour les institutions anglophones, les nombres de diplômés ont été les suivants:

	Nombre	%
Québec francophone	139	62
Québec anglophone	85	38
Québec total	224	100
Canada	non disponible	

Le nombre d'étudiants inscrits au Québec par rapport à celui de l'ensemble du Canada, 32%, paraît très satisfaisant. On ne connaît pas ce rapport pour le nombre de diplômés.

La répartition du nombre d'étudiants inscrits dans les institutions anglophones et francophones, 44% et 56%, est un peu surprenante. Par contre, la répartition du nombre de diplômés, 38% et 62%, est plus normale; elle est à peu près la même en 1971 et en 1974.

Comme l'indiquent les courbes présentées en annexe à ce chapitre, l'année 1972 a été celle de la plus grande production de diplômés. Après une chute profonde en 1973, qui se continue en 1974 dans les institutions francophones, le nombre de diplômés a augmenté dans les institutions anglophones ainsi que dans l'ensemble en 1974 pour atteindre au total cette année-là le chiffre de 139. Les inscriptions nous laissent prévoir environ 160 diplômés en 1975 et, avec une incertitude encore plus grande, de l'ordre de 200 diplômés en 1977, alors que le niveau de production de 1972 ne serait pas encore complètement rétabli.

Par rapport à l'ensemble du Canada, il ne paraît donc pas nécessaire de favoriser l'augmentation de la clientèle dans l'ensemble des programmes. Par contre, il serait souhaitable de voir augmenter la clientèle des universités francophones.

11.3 Le deuxième cycle

11.3.1 Les programmes

Les six plus anciennes institutions ont toutes un programme de 2e cycle; toutefois, il n'y a pas d'étudiant à Bishop's depuis deux ans. A l'Université du Québec, seule l'UQAM offre un tel programme. En pratique donc, si l'on tient compte de la clientèle étudiante, il y a six (6) programmes de maîtrise au total.

Tous ces programmes sont des programmes de maîtrise traditionnelle et s'appuient principalement sur l'initiation à la recherche. En chimie, les cours et autres activités du même genre à ce niveau sont peu nombreux.

En plus, Montréal et Sherbrooke offrent des maîtrises "sans thèse", ou maîtrises de cours, distinctes en principe de la maîtrise traditionnelle. Les objectifs, la structure et le contenu de ces maîtrises ne semblent toutefois pas très clairement définis.

Concordia offre aussi à Sir George Williams un M.Sc. (Teaching of Chemistry) destiné au perfectionnement des maîtres en exercice. Ce programme s'adresse à des candidats détenteurs d'un diplôme de 1er cycle. Par contre, il semble qu'il soit composé surtout de cours de niveau du 1er

cycle. Dans le dossier Chimie de l'O.S.F., les diplômés de ce programme et les étudiants qui y sont inscrits ne sont pas comptés dans les totaux. On rappelle au lecteur que la question de la formation des maîtres a été traitée au chapitre 7.

D'après le dossier Chimie de l'O.S.F., il paraît important, dans le contexte actuel, que la maîtrise en chimie soit revalorisée. Il serait désirable de le faire dans le cadre de l'organisation des programmes de 2e cycle décrite au chapitre 5 en se rappelant que la maîtrise a pour objectif premier la préparation au travail et qu'elle devrait être structurée en programme bien identifié autour d'un domaine d'application ou d'un champ de spécialisation définis.

Quant à la maîtrise professionnelle, qu'il ne faudrait pas confondre avec l'actuelle maîtrise sans thèse, il y a sans doute lieu d'en créer une en chimie après en avoir choisi soigneusement le domaine d'application, comme on l'a vu au chapitre 5.

11.3.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés

D'après les résultats de l'étude sur les profils de carrière entreprise dans le cadre de l'O.S.F., le pourcentage des diplômés de 1er cycle en chimie dans les universités francophones, qui ont entrepris et terminé une maîtrise en chimie, a diminué légèrement depuis dix ans passant de 30% à 20% environ. Durant la même période, il est passé de 15% à 5% environ dans les universités anglophones. Ces pourcentages sont à comparer aux taux de poursuite cités au paragraphe 11.1 plus haut. Ils sont

inférieurs à ces derniers pour deux raisons. Dans le cas des taux de poursuite cité plus haut, il s'agit d'études entreprises au niveau du deuxième cycle dans toutes les disciplines, alors qu'ici on donne les pourcentages, beaucoup plus faibles de ceux qui ont non seulement entrepris mais terminé une maîtrise dans une seule discipline, la chimie.

D'après le dossier Chimie de l'O.S.F., les inscriptions à l'automne 1973 étaient les suivantes:

	Nombre	%
Québec francophone	123	77
Québec anglophone	37	23
Québec total	160	32
Canada	502	-
Québec/Canada	160/502	100

En 1973 les nombres de diplômés ont été les suivants:

	Nombre	%
Québec francophone	20	60
Québec anglophone	13	40
Québec total	33	100
Canada	150	-
Québec/Canada	33/150	22

Le nombre d'étudiants inscrits au Québec par rapport à l'ensemble du Canada, 32%, paraît très satisfaisant. Le même rapport pour le nombre de diplômés est plus faible: 22%

La productivité des programmes de 2e cycle n'est pas aussi élevée qu'on serait porté à supposer. Pour 112 étudiants inscrits en 1971-72 et 158 en 1972-73, la production de diplômés en 1973 est de 33.

La répartition du nombre d'étudiants inscrits dans les institutions anglophones et francophones, 23% et 77%, paraît normale. Par contre, la répartition du nombre de diplômés, 40% et 60% l'est moins.

Comme l'indiquent les courbes en annexe à ce chapitre, à part un pic marqué dans les institutions francophones en 1971, la production de diplômés se maintient et semble appelée à se maintenir au niveau de 1973, soit une douzaine de diplômés dans les institutions anglophones et une vingtaine dans les institutions francophones pour un total d'environ 35. Il est très surprenant de noter que ce niveau n'est pas supérieur et qu'il est même nettement inférieur au niveau de production des Ph.D. qui se situe en moyenne à 45 depuis 1970 et qui a même atteint le niveau, jamais atteint par la maîtrise, de près de 70 en 1971, année où l'on parlait tant, ironie du sort, de l'apparente surproduction de Ph.D. au Canada et aux Etats-Unis.

Par rapport à l'ensemble du Canada, il ne paraît donc pas nécessaire de favoriser l'augmentation de la clientèle dans l'ensemble des programmes de maîtrise. La répartition selon la langue paraît normale, si l'on tient compte surtout des inscriptions.

Toutefois, compte tenu de la demande apparente pour les diplômés de 2e cycle, et de ce qui pourrait être qualifié de déséquilibre entre la production de diplômés de 2e et de 3e cycle, il paraît important que la maîtrise en chimie soit revalorisée.

11.4 Le troisième cycle

11.4.1 Les programmes

Cinq institutions offrent un programme de doctorat: Laval, McGill, Montréal, Sherbrooke et Concordia.

Tous ces programmes ont pour but la formation de chercheurs bien que la plupart des diplômés seront appelés à oeuvrer comme praticiens dans des occupations et dans un milieu qui n'ont pas pour objectif l'avancement des connaissances en chimie. Les cours et autres activités du même genre au niveau du doctorat en chimie sont presque inexistants.

Il importe donc que les programmes de troisième cycle soient repensés dans le cadre du programme de doctorat décrit au chapitre 6, qui a pour premier objectif la préparation au travail. Pour la majorité des étudiants, la recherche devrait être considérée d'abord comme un outil pédagogique. Un véritable programme, comportant des cours et autres activités du même genre, devrait être organisé autour d'un champ de spécialisation bien défini.

La possibilité de créer, en chimie, un doctorat professionnel, tel que décrit au chapitre 6, devrait faire l'objet d'une réflexion sérieuse au cours des prochaines années.

11.4.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés

D'après le dossier Chimie de l'O.S.P., les inscriptions en 1973 étaient les suivantes:

	Nombre	%
Québec francophone	99	42
Québec anglophone	135	58
Québec total	234	100
Canada	790	-
Québec	234/790	30

En 1973 les nombres de diplômés ont été les suivants:

	Nombre	%
Québec francophone	17	35
Québec anglophone	31	65
Québec total	48	100
Canada	220	-
Québec/Canada	48/220	22

Le nombre d'étudiants inscrits au Québec par rapport à l'ensemble du Canada, 30% paraît très satisfaisant. Le même rapport pour le nombre de diplômés est plus faible: 22%

La répartition du nombre d'étudiants inscrits dans les institutions anglophones et francophones, 58% et 42%, est tout à fait anormale. La répartition du nombre de diplômés, 65% et 35%, est encore plus anormale.

Comme l'indiquent les courbes en annexe à ce chapitre, la production moyenne de l'ensemble des institutions depuis cinq ans est d'environ 45, et semble appelée à se maintenir à ce niveau; depuis cinq ans également, la proportion des diplômés des universités francophones est inférieure à 50%.

Par rapport à l'ensemble du Canada, il ne paraît donc pas nécessaire de favoriser l'augmentation de la clientèle dans l'ensemble des programmes. Cependant, la situation des programmes paraît très grave dans les universités francophones.

Le Comité sur la formation professionnelle de l'American Chemical Society vient de publier un nouveau rapport(2) qui fait suite à son rapport de 1972. Un questionnaire a été envoyé en août 1973 aux 188 départements, décernant des Ph.D. en chimie aux Etats-Unis, qui étaient inscrits dans l'ACS Directory of Graduate Research de 1973. Le Comité a reçu 164 réponses soit un taux de 87%. Du 1er juillet 1971 au 30 juin 1973, 3472 Ph.D. ont été décernés, ce qui correspond sur une base démographique, en utilisant un facteur de 2,8%, à 48 Ph.D. par année au Québec.

---

(2) Chemical & Engineering News, 7 avril 1975, p. 40

La conclusion principale du rapport est à l'effet que la capacité de production aux Etats-Unis est beaucoup trop grande et que plusieurs universités qui offrent le Ph.D. devraient se vouer plutôt à un enseignement de 1er cycle de haute qualité. Cet important témoignage parmi d'autres mérite sûrement d'être pris en sérieuse considération.

11.5 La répartition des programmes

11.5.1 Université Bishop's

Au premier cycle

Le nombre de diplômés au 1er cycle à Bishop's est de 14 par année en moyenne de 1965 à 1972 inclusivement. Ce nombre a diminué à 1 et à 4 en 1973 et en 1974. Cette diminution s'observe dans l'ensemble du Canada et même aux Etats-Unis. Elle est encore plus marquée dans les universités anglophones du Québec en raison de l'implantation du CEGEP dans ce milieu en 1969. A Bishop's, les nouvelles inscriptions en 1972, 1973 et 1974 laissent prévoir une production annuelle de diplômés un peu inférieure à 10 en 1975, 1976 et 1977. Cette situation ne milite sûrement pas en faveur d'un développement de la chimie à Bishop's, mais compte tenu de la tradition de cette institution, elle paraît justifier la présence d'un enseignement de 1er cycle.

Un programme spécialisé de 1er cycle en chimie, en conjugaison avec un programme spécialisé de 1er cycle en biologie, correspondrait à la vocation que s'est donnée Bishop's depuis plusieurs années et serait de nature à assurer la présence vivifiante des sciences fondamentales dans l'institution. Le programme de chimie pourrait comporter des applications en biochimie, mais le programme actuel de 1er cycle en biochimie devrait être abandonné. Cet ensemble serait plus conforme aux ressources de Bishop's et serait sûrement de nature à satisfaire les besoins et les aspirations de la clientèle étudiante.

Compte tenu du développement des programmes universitaires de chimie au Québec, Bishop's n'est pas appelée à augmenter sa production de diplômés au 1er cycle en chimie. Par ailleurs, étant donné les dimensions de l'Université Bishop's quant à l'ensemble du corps professoral et de la clientèle étudiante, cette institution n'a probablement pas les moyens d'entretenir les ressources requises pour offrir un programme très spécialisé en chimie. Il ne semble pas non plus que l'Université Bishop's cherche à projeter l'image d'une institution voulant offrir ce type de programme. Par conséquent, en chimie, comme en biologie d'ailleurs, compte tenu de la conjoncture, on peut dire que l'Université devrait faire porter ses efforts surtout sur le programme avec majeure.

De plus, Bishop's poursuit depuis plusieurs années, avec un succès considérable, des activités du côté de l'aspect culturel des cours de chimie pour les étudiants

inscrits hors des programmes de sciences. L'Université a exprimé son intention de développer ces activités et même de les étendre selon la demande des étudiants. En liaison avec ces activités, il paraîtrait conforme à la vocation spécifique de Bishop's que cette dernière s'intéresse activement au programme para-scientifique proposé par l'O.S.F.

Par contre, les clientèles étudiantes semblent indiquer qu'il n'y a pas d'avenir pour un programme de 1er cycle en mathématiques ou en physique. L'enseignement de ces deux disciplines ne devrait se faire qu'à titre d'enseignement de service dans les programmes de sciences et dans le reste de l'Université. En vue de la coordination des enseignements, il y aurait peut-être avantage à regrouper tous les professeurs de sciences fondamentales dans un seul et même département.

Au deuxième cycle

Le nombre d'inscriptions au 2ième cycle à Bishop's est nul depuis 1972.

La contribution de Bishop's à la production de diplômés de 2ième cycle n'est pas essentielle pour assurer le rendement adéquat du système universitaire québécois. Cette institution ne pourrait d'ailleurs vraisemblablement pas maintenir les ressources nécessaires pour dispenser un enseignement de qualité à ce niveau. Bishop's ne semble pas s'être donné la vocation d'offrir un enseignement de 2e cycle en chimie. Certains professeurs de chimie pourraient avoir l'intention de poursuivre des activités en

recherche. En l'absence de programme de maîtrise, l'encadrement scientifique à Bishop's pourrait ne pas avoir le dynamisme suffisant pour favoriser l'épanouissement de la recherche. L'O.S.P. recommandant par ailleurs le regroupement des activités de recherche dans des champs de spécialisation définis, les professeurs de Bishop's intéressés devraient poursuivre leur recherche en collaboration étroite avec leurs collègues de l'Université de Sherbrooke, par exemple.

11.5.2 Université Laval

Au premier cycle

Le nombre de diplômés au 1er cycle à Laval n'est guère plus élevé qu'à Bishop's: 16 par année en moyenne de 1965 à 1973 inclusivement et 12 en 1974. Les clientèles actuelles laissent prévoir une production de 12, 12 et 18 diplômés en 1975, 1976 et 1977. Comme on le verra plus loin, la production annuelle au 2e et 3e cycle est également très faible.

Cette situation est alarmante pour une institution de l'importance de Laval, compte tenu particulièrement des ressources disponibles en chimie. La situation semble chronique et nous croyons que le fait d'émettre des voeux comme: "Laval devrait faire de la publicité pour stimuler son recrutement au 1er cycle en chimie" ne constituerait qu'une pseudo solution. Laval représente un bassin considérable d'étudiants, et même d'étudiants en sciences pures et appliquées, et pourtant peu d'entre eux trouvent leur voie jusqu'aux programmes

de 1er cycle en chimie. Par ailleurs, dans le cadre des orientations de l'Université, plusieurs conditions se trouvent réalisées, et d'une façon exceptionnelle à l'égard de la chimie, pour permettre la poursuite des objectifs proposés par l'O.S.F. au niveau des programmes de 1er cycle en particulier.

Le département de chimie de Laval devrait réorganiser son enseignement de 1er cycle dans le cadre recommandé par l'O.S.F. et en particulier implanter et développer un programme avec majeure. Cette réorganisation en profondeur serait de nature à stimuler le dynamisme des activités en chimie à Laval et, en corollaire, serait susceptible d'augmenter la clientèle étudiante. Cette dernière, en effet, qui est de plus en plus sensible à la pertinence des programmes verrait une réponse à ses besoins dans les applications du programme spécialisé.

Le contexte qui peut intéresser la chimie à Laval est très riche: il comprend la biochimie, le génie chimique, la foresterie, l'agriculture, l'alimentation. Une insertion poussée des activités en chimie dans ce contexte nous paraîtrait, d'une part, une solution naturelle au problème de l'augmentation de la clientèle étudiante et de l'utilisation des disponibilités, et serait, d'autre part, une entreprise très dynamique visant à faire pénétrer la chimie dans des domaines d'applications, pénétration susceptible de favoriser le développement de ces derniers.

Au deuxième et au troisième cycle

De 1965 à 1973 inclusivement, le nombre de diplômés par année, en moyenne, a été de 2 au 2ième cycle et de 5 au 3ième cycle, ce qui représente respectivement 2/30 ou 7% et 5/50 ou 10% de la production québécoise actuelle.

Nous croyons que les orientations imprimées au 1er cycle, devraient se poursuivre au 2e et au 3e cycle, pour les mêmes raisons que celles invoquées dans le premier cas.

11.5.3 Université McGill

Au premier cycle

L'Université McGill est certainement appelée à offrir en chimie les programmes recommandés par l'O.S.F. De plus, le grand nombre d'inscriptions au "Major" pourrait favoriser l'implantation du programme para-scientifique, compte tenu par ailleurs des ressources variées de l'université dans les domaines hors des sciences.

Au deuxième et au troisième cycle

A l'heure actuelle, McGill est responsable de la moitié de la production des diplômés de 3e cycle au Québec. Par contre sa production au 2e cycle est beaucoup plus faible: elle est égale au quart environ de sa production au 3e cycle.

Il est bien connu que McGill n'a jamais fermé ses portes aux étudiants francophones, bien au contraire. Par conséquent, la proportion des diplômés francophones de 3e cycle au Québec

pourrait naturellement dépasser la proportion de la production totale attribuable aux universités francophones qui est de 50%.

Toutefois, étant donné la répartition des ressources entre les universités québécoises, il serait souhaitable qu'il existe une répartition analogue des efforts au niveau du troisième cycle.

Comme on l'a vu plus haut, la production de toutes les universités québécoises au 3e cycle est d'environ 50 diplômés par année; cette production correspond sur une base démographique à celle des Etats-Unis ainsi qu'à celle de l'ensemble du Canada. Il ne saurait être question non plus de l'augmenter sensiblement. Par conséquent, dans ce contexte, la production de McGill au 3e cycle est élevée et serait appelée à diminuer.

Par contre, McGill pourrait envisager d'augmenter sa production au 2e cycle, sans engendrer vraisemblablement, de surproduction à ce niveau, dans le contexte actuel.

11.5.4 Université de Montréal

Comme on l'a vu plus haut, les universités francophones sont appelées à contribuer davantage à la production de diplômés au 1er cycle. L'Université de Montréal, en raison de son potentiel, de ses ressources et de sa clientèle étudiante, est sûrement l'une des institutions susceptibles d'apporter sa part à cette contribution accrue.

Au premier cycle, nous croyons que l'ouverture des programmes suivant un éventail plus large et plus diversifié serait de nature à augmenter la clientèle étudiante et par suite, la production de diplômés qui a diminué d'une façon monotone de 72 à 32 de 1971 à 1974 et qui semble devoir baisser encore en 1975.

Au deuxième cycle, l'Université de Montréal a déjà fait preuve d'initiative et de sensibilité aux besoins nouveaux en mettant sur pied une maîtrise sans thèse dans le domaine des matériaux et dans celui de la pollution.

Ces maîtrises que nous classons dans la catégorie de la maîtrise ès sciences, et non pas dans celle de la maîtrise professionnelle, répondent à un besoin et méritent, selon nous, d'être maintenues. Elles comportent un programme d'étude, de visites et de stages structuré autour d'un domaine d'application assez large, mais quand même défini.

Comme au 1er cycle, et encore bien davantage, les universités francophones sont appelées à accroître leur contribution à la production de diplômés de 3e cycle. L'Université de Montréal, par ses ressources et par sa clientèle étudiante présente et passée est appelée à répondre à une partie de ce besoin.

Nous croyons que des programmes structurés autour de champs de spécialisation et de domaines d'application définis, faisant appel à la recherche, autant que possible orientée, en tant qu'outil pédagogique, sont susceptibles d'attirer et de retenir une clientèle plus nombreuse.

11.5.5 Université de Sherbrooke

Au premier cycle

La production de diplômés qui a subi en 1973 et 1974 une baisse qui semble devoir se maintenir en 1975, remontera selon nos prévisions en 1976 au niveau de 30 qu'elle a connu en 1971 et en 1972 pour s'établir vraisemblablement à 40 diplômés par année par la suite. L'Université de Sherbrooke devrait réorganiser ses programmes de 1er cycle, dans le cadre recommandé par l'O.S.P. Elle cherche à développer présentement avec un certain succès un programme en chimie appliquée; ce programme devrait entrer dans le cadre du programme spécialisé décrit au chapitre 4.

Il existe actuellement à l'intérieur du programme de 1er cycle en chimie, une orientation ou un cheminement en biochimie. Comme nous le verrons au chapitre sur la biochimie, nous ne croyons pas que ce soit là le type de programme susceptible de former des biochimistes. Pour ce faire, si elle le juge à propos, l'Université de Sherbrooke devrait implanter un baccalauréat spécialisé en biochimie. Quant à l'orientation biochimie, du programme de chimie, elle devrait être abandonnée et remplacée par des applications en biochimie dans le cadre du programme spécialisé de chimie.

Au deuxième et au troisième cycle

D'un point de vue quantitatif, les activités à ce niveau à Sherbrooke sont les deuxièmes en importance dans les universités francophones. Il est important du point de vue de l'ensemble du sous-secteur qu'elles continuent à se développer.

11.5.6 Université Concordia

Pendant plusieurs années le Collège Loyola et l'Université Sir George Williams ont produit un nombre appréciable de diplômés de 1er cycle en chimie. Maintenant réunies au sein de l'Université Concordia ces deux institutions ont l'intention de poursuivre conjointement leurs activités dans ce domaine. L'ensemble des ressources et des clientèles étudiantes forment un tout équilibré. Il n'y aurait pas lieu de ce point de vue, pas plus d'ailleurs que d'un point de vue pédagogique, de dédoubler à l'intérieur de Concordia les programmes et les activités pédagogiques en chimie.

Au niveau des études supérieures en chimie, l'Université Sir George Williams a toujours voulu poursuivre des activités de type appliqué. Vue dans l'ensemble du système universitaire québécois, cette vocation semble adéquate. Par le style qu'elle a su se donner, d'ailleurs, l'Université Sir George Williams a su remarquablement bien réussir dans ce cadre. En ajoutant maintenant la contribution de Loyola, nous croyons que la vocation de Concordia au 2e cycle doit continuer à se diriger dans ce sens.

Par contre, le programme de 3e cycle en chimie à Sir George Williams est de création récente. Il a produit ses premiers diplômés au nombre de 2 en 1973. On ne voit pas très bien que ce programme soit essentiel au bon développement de Concordia ni qu'il corresponde à la vocation profonde que cette institution s'est toujours donnée. On ne voit pas non plus que la production de Concordia, au rythme de 2 ou 3 diplômés par année, soit vraiment nécessaire à l'échelle du réseau universitaire québécois.

11.5.7 Université du Québec à Montréal

Au premier cycle

Parmi les jeunes universités, l'UQAM est celle qui compte le plus grand nombre d'étudiants en chimie au 1er cycle, soit environ 175 ces deux dernières années, dont la moitié à peu près sont inscrits à temps partiel. Même en tenant compte de ce facteur, la production de diplômés est extrêmement faible. Elle a été de 7 et de 4 en 1973 et en 1974, ce qui est tout à fait comparable à celle de l'UQAC qui a été de 4 et de 2 et à celle de l'UQAR qui a été de 2 et de 7, et inférieure à celle de l'UQTR qui a été de 10 et de 11. Il y a là un problème qu'on s'explique mal et qui rend impossible toute prévision du nombre de diplômés.

Comme dans les autres disciplines et dans les autres constituantes de l'Université du Québec, la vocation de l'UQAM en chimie semble vouloir faire une place importante aux applications. Cette vocation remplit un certain vide actuellement dans le système universitaire québécois et s'harmonise parfaitement avec le plan de développement de l'OSF.

On décèle aussi à l'UQAM, en chimie, une autre tendance, plus épistémologique celle-là. Nous croyons qu'elle devrait céder le pas à l'autre orientation, plus opératoire voire même appliquée.

Il existe actuellement une option biochimie à l'intérieur du programme de 1er cycle en chimie. Ce type de programme n'est pas approprié pour former des biochimistes.

Au deuxième cycle

L'UQAM offre depuis tout récemment une maîtrise en chimie. Il n'y a pas eu de diplômé en 1974; les premiers diplômés sont attendus en 1975. Ce programme devrait se poursuivre et s'orienter résolument vers les applications de la chimie.

L'analyse qui précède montre que le travail de consolidation qui reste à faire en chimie à l'UQAM est considérable, tant au 1er qu'au 2e cycle.

11.5.8 Université du Québec à Trois-Rivières

Au premier cycle

La Chimie à l'UQTR semble graviter autour des sciences de la vie: biophysicochimie, biochimie et biologie. Les ressources humaines en chimie sont déjà regroupées d'ailleurs dans un seul et même département avec celles de biologie. Le programme de 1er cycle en chimie devrait refléter cette orientation dans le choix des domaines d'application, en conformité avec l'axe sport-santé de l'UQTR.

La production annuelle de diplômés en chimie s'établit à 10 et semble devoir se maintenir à ce niveau dans le proche avenir. Compte tenu des possibilités de développement, cette production paraît suffisante pour justifier l'existence d'un programme spécialisé.

Les ressources humaines en chimie sont tout juste de l'ordre de la demi-douzaine de professeurs requis pour offrir un programme spécialisé de 1er cycle. Elles devraient être augmentées en faisant appel par exemple au corps professoral de sciences appliquées ce qui permettrait, par ailleurs, d'introduire des applications du côté industriel en conformité avec l'axe industrie-administration de l'UQTR.

Au deuxième cycle

L'Université du Québec a soumis au Comité des programmes le projet d'implanter en septembre 1975 à sa constituante de Trois-Rivières, un programme de maîtrise ès sciences (sciences de l'environnement). Le Comité a demandé l'avis de l'O.S.F. à ce sujet en mars 1975; un avis favorable a été transmis en mai.

Le projet vise à conjuguer les efforts en chimie et en biologie pour les faire porter sur l'étude de certains aspects biologiques de l'environnement. Le programme proposé cadre parfaitement avec celui que nous avons recommandé au chapitre 5, consistant en une maîtrise avec mémoire ayant pour objectif la spécialisation dans un domaine d'application d'une discipline. Dans le cas présent, la discipline est la chimie ou la biologie, et le domaine d'application, l'environnement. C'est pourquoi, malgré son titre, nous traitons de ce programme dans le cadre du 2e cycle en chimie. L'environnement est un domaine trop vaste pour pouvoir servir utilement à la définition du champ d'une maîtrise. L'UQTR, avec raison, a choisi dans ce but trois domaines d'application plus restreints.

Ces domaines toutefois devraient être plus clairement définis et délimités. Pour ce qui est de la chimie, un seul domaine d'application devrait suffire.

Avec seulement une dizaine de diplômés de 1er cycle en chimie par année, et un nombre encore plus faible en biologie, l'UQTR devra recruter principalement à l'extérieur la clientèle d'une vingtaine d'étudiants qu'elle compte avoir dans le programme de maîtrise en question. Cette considération à elle seule indique que ce programme devra se développer graduellement et avec modération.

Par ailleurs, on trouve à l'UQTR en chimie, des activités tournées vers la biophysique, ou plus exactement la biophysicochimie, poursuivies en collaboration avec les professeurs de physique. Comme on le verra au chapitre sur la physique, ces activités devraient continuer à se développer en tant que domaine d'application dans le cadre de la maîtrise en physique qui existe déjà à l'UQTR.

11.5.9 Université du Québec à Chicoutimi

Au premier cycle

De 1971 à 1973 inclusivement, le nombre de diplômés par année a été de 5 en moyenne. En 1974, il n'y a eu aucun diplômé en chimie et deux diplômés en enseignement secondaire de la chimie. Les prévisions pour les années 1975 et 1976 sont de 1 et de 2 diplômés respectivement.

Une telle clientèle ne justifie pas un programme en chimie. Or l'existence de ce programme a des répercussions bénéfiques sur l'université et, surtout, elle rend plus accessible aux étudiants de la région, l'étude de la chimie.

Des mesures énergiques et spécifiques doivent être prises pour améliorer la situation. L'adoption des programmes proposés par l'O.S.P. devrait être l'une de ces mesures. Les applications dans ces programmes devraient être choisies conformément à la vocation de l'université et porter principalement sur le domaine des ressources minérales en collaboration avec les activités en géologie. Une autre mesure serait d'activer la recherche en chimie appliquée aux ressources minérales dans le cadre du Centre de recherche du Moyen Nord. Ces activités devraient s'appuyer sur la chimie minérale ainsi que sur la chimie analytique et l'électrochimie qui y sont associées. Cette façon de faire aurait de plus l'avantage de donner à l'UQAC une vocation originale dans un champ de spécialisation de la chimie encore très peu développé au Québec.

11.5.10 Université du Québec à Rimouski

Au premier cycle

La situation n'est pas meilleure à l'UQAR qu'à l'UQAC quant à la production de diplômés qui se situe à 4 par année en moyenne de 1972 à 1974 inclusivement et qui ne semble pas devoir augmenter d'ici 1977. Là aussi des mesures énergiques et spécifiques s'imposent: abandon des programmes bidisciplinaires, adoption du programme spécialisé avec applications de la chimie à l'océanographie conformément à la vocation marine de l'université.

Au deuxième cycle

Il existe à l'UQAR une maîtrise en océanographie. Comme on le verra au chapitre sur les sciences de la Terre, l'océanographie chimique est appelée à se développer. Par conséquent, l'océanographie peut être considérée comme un domaine d'application intéressant pour la chimie, et la maîtrise en océanographie à l'UQAR peut être envisagée, tel que recommandé au chapitre 5, comme un programme ayant pour objectif la spécialisation dans un domaine d'application de la chimie. L'UQAR devrait donc dans le cadre de sa maîtrise en océanographie développer ses activités en océanographie chimique et chercher à intéresser à ce programme ses propres diplômés de 1er cycle en chimie bien sûr, mais aussi ceux des autres universités québécoises.

11.6 Les champs de spécialisation

Il n'est pas possible pour le Comité directeur de l'O.S.F. d'examiner à fond la question des champs de spécialisation en chimie. Pour le faire, il faudrait la participation de plusieurs experts dans la discipline. Toutefois, cette question se situe nécessairement dans un cadre extérieur. L'O.S.F. peut tenter de dégager les éléments de ce cadre et suggérer des lignes directrices en vue du regroupement des activités dans les divers champs de spécialisation.

L'auteur du dossier chimie de l'O.S.F. reconnaît dix-huit champs de spécialisation. Certains de ces champs regroupent peu de chercheurs et reçoivent peu de subventions. D'autres, qui paraissent plus importants, comptent dans leurs rangs plusieurs chercheurs pour qui ce champ est secondaire. A première vue cependant, et sans entrer dans toutes les nuances qui s'imposeraient, il ne fait pas de doute que la chimie organique sous toutes ses formes prend la part du lion. Viennent ensuite la chimie des polymères et le champ de la structure moléculaire et de la chimie quantique, puis, enfin, la dynamique moléculaire ainsi que la chimie de coordination. Au premier abord, ces trois groupes de champs paraissent plus développés que les autres. Par ailleurs, les trois champs qui semblent appelés à se développer sont la chimie analytique, l'électrochimie et la chimie minérale.

Comme nous l'avons vu au chapitre 10, le regroupement des champs de spécialisation est de nature à favoriser leur développement. Il y a lieu toutefois d'apporter ici certaines nuances. La chimie organique, par exemple, est un domaine de spécialisation très vaste qui peut comporter plusieurs champs de spécialisation. Il ne saurait être question par conséquent de regrouper toute la chimie organique en un seul endroit. Par contre, il y aurait lieu de tenter de regrouper en une seule institution chacun des champs de spécialisation de la chimie organique qu'on souhaiterait développer.

Par ailleurs, dans le contexte actuel, on devrait sans doute réunir dans un seul champ de spécialisation, la chimie des ressources minérales ainsi que les aspects de l'électrochimie et de la chimie analytique qui lui sont reliés. Ces spécialisations, peu développées présentement, sont intimement reliées entre elles, et leur regroupement pourrait en favoriser le développement. D'autres aspects de la chimie analytique se rattachent à l'instrumentation et pourraient être développés séparément.

La chimie des polymères, domaine très développé au Québec pour des raisons historiques, est sans doute trop vaste lui aussi pour être regroupé en un seul endroit. Cependant, à l'intérieur de ce domaine, certains champs plus restreints comme celui des polymères industriels, celui des fibres, devraient être regroupés dans une même université.

Comme on pourra le constater en consultant l'étude particulière N° 10 de l'O.S.F. sur la crise de l'énergie et ses répercussions en sciences fondamentales, la chimie est la discipline où les recherches reliées à l'énergie semblent les plus pertinentes pour le Québec. Le domaine est évidemment très vaste. Les problèmes relatifs au stockage de l'énergie sont peut-être les plus aigus et ceux qui présentent le plus d'intérêt pour la chimie. Il serait par conséquent souhaitable d'accorder une priorité à l'établissement d'un regroupement majeur dans ce champ de spécialisation.

Ajoutons une dernière remarque sur le regroupement des champs de spécialisation. A l'échelle de l'ensemble du système universitaire, comme on l'a vu au chapitre 10, on ne devrait normalement retrouver qu'un seul regroupement majeur

dans un champ de spécialisation donné. Toutefois, il ne faudrait pas entendre la concentration ainsi obtenue, dans le sens d'une exclusivité totale. Ainsi, dans une institution qui n'aurait pas de regroupement majeur en chimie r a- rale, il n'est pas concevable qu'il n'y ait pas d'enseignement et autres activités dans ce champ. Cependant, ces dernières doivent être secondaires et éviter de faire double emploi avec celles de l'institution où la chimie minérale se retrouverait à l'état de regroupement majeur.

Il serait souhaitable également de regrouper les domaines d'application. Pour la chimie organique on pense à l'industrie pharmaceutique, l'agriculture, la foresterie, l'alimentation. Pour d'autres champs de spécialisation, dont la chimie analytique, on pense à l'océanographie et aux travaux sur la qualité de l'air et de l'eau dans le cadre de l'environnement.

Il est désirable de couvrir au Québec un bon nombre de champs de spécialisation et de domaines d'application de la chimie. Les ressources disponibles étant forcément limitées, il y a intérêt à concentrer les efforts, tant du point de vue de la qualité et de la productivité que de celui de l'économie des ressources. Il est évident que pour atteindre ce but, le regroupement proposé plus haut s'impose.

11.7 La répartition des champs de spécialisation

La question des champs de spécialisation vient d'être traitée du point de vue de l'ensemble du sous-secteur. Nous aborderons maintenant la répartition dans les institutions

des regroupements majeurs dans les divers champs de spécialisation. Le traitement qui suit ne se veut aucunement exhaustif, contrairement à celui de la répartition des programmes que nous avons traité plus haut; nous voulons tout simplement aborder les aspects les plus visibles de cette question. Les pages qui suivent décrivent essentiellement la situation actuelle, en suggérant quelques développements souhaitables. Ce tableau pourra servir de point de départ dans le cadre de l'opération recommandée au chapitre 10 en vue de l'identification des champs de spécialisation et des regroupements majeurs.

Un autre point mérite d'être signalé. Nous abordons en effet essentiellement le sujet sous l'angle des champs de spécialisation dans une sous-discipline de la chimie: chimie organique, minérale et ainsi de suite. C'est la tradition épistémologique qui nous y oblige, ainsi que l'état actuel du sous-secteur. Cependant on voit se dessiner une division de la chimie par domaines d'application: l'énergie, les produits naturels, les polymères industriels. Cette nouvelle façon de voir nous paraît heureuse et c'est sans doute éventuellement suivant cette nouvelle classification qu'on devra constituer les regroupements majeurs et considérer leur répartition dans les institutions.

Compte tenu de la répartition actuelle des activités ainsi que de l'orientation et de la vocation des institutions, nous avons été conduits à formuler à ce sujet les recommandations 11.20 à 11.26.

11.8 Les centres péri-universitaires

Deux des centres péri-universitaires décrits au chapitre 10 sont susceptibles d'intéresser la chimie universitaire: les centres de recherche sur la nutrition et l'alimentation. Le centre d'océanographie décrit au chapitre 15 est également pertinent pour cette discipline.

11.9 Les subventions de recherche

Dans un sous-secteur des sciences fondamentales comme celui de la chimie, les organismes fédéraux sont la source principale des subventions universitaires de recherche. Considérons d'abord les subventions de fonctionnement provenant du Conseil national de recherches.

En chimie, la somme de ces subventions au Québec par rapport au total pour le Canada passe de 15,8% en 1971 à 15,5% en 1973. La diminution n'est peut-être pas significative, mais le pourcentage, comme on l'a souvent fait remarquer, est nettement inférieur à celui que commanderait la population totale du Québec.

La situation est différente en ce qui concerne le niveau de subvention par chercheur, mais elle n'est guère plus rassurante quand on considère le partage selon la langue des institutions.

Subventions de fonctionnement du CNRC
Subvention moyenne par chercheur

	71-72	72-73	73-74
Québec anglophone	$ 13 055	$ 12 446	$13 200
Canada	10 915	11 039	11 663
Québec total	10 917	10 632	10 792
Québec francophone	9 346	9 315	9 270

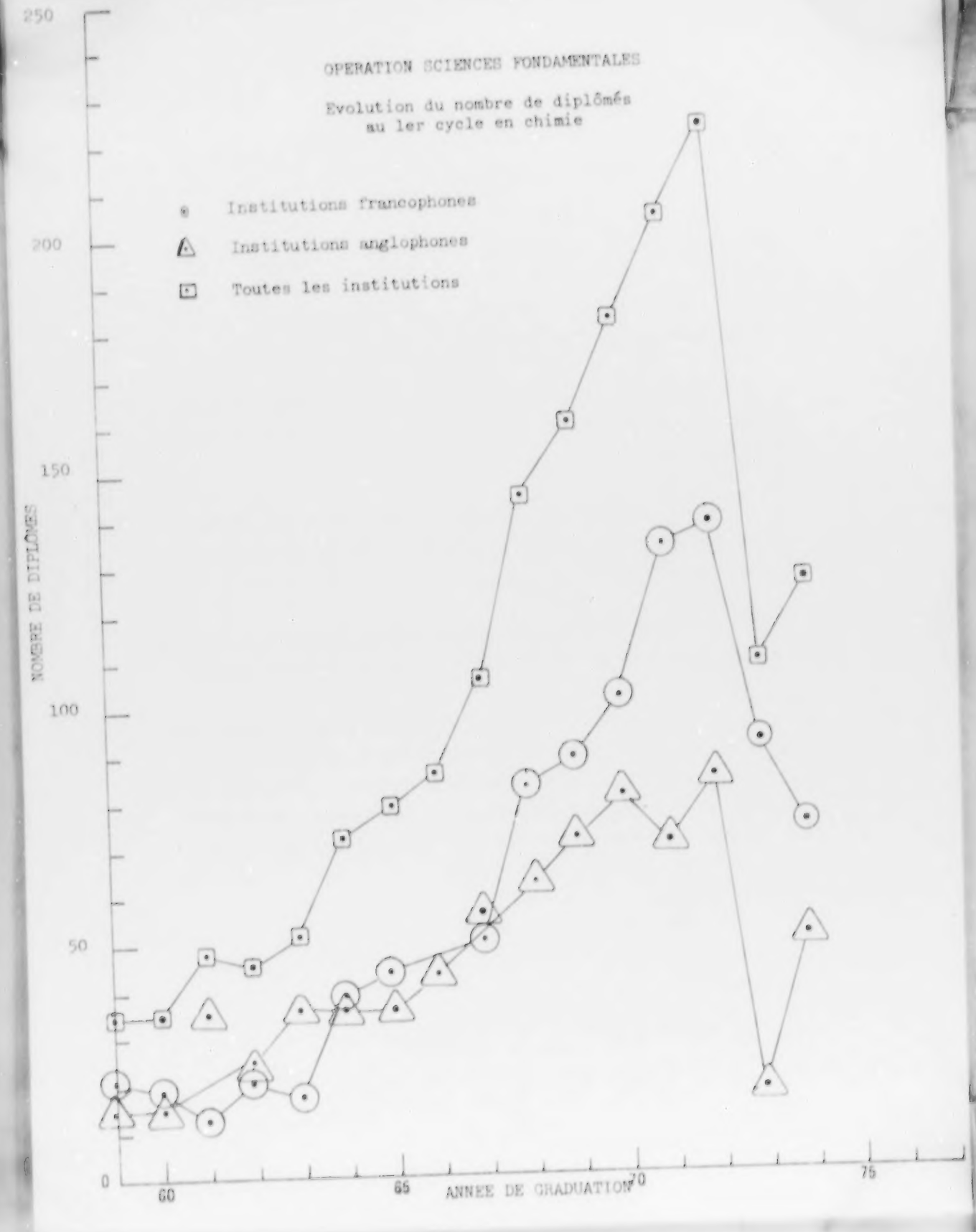
La subvention moyenne par chercheur au Québec est inférieure à celle du Canada; la différence passe de $400 en 1972 à $870 en 1973.

De 1971 à 1973, la subvention moyenne au Québec francophone est inférieure de $2 700, $3 100 et $3 900, à celle du Québec anglophone.

De 1971 à 1973, la subvention moyenne au Québec anglophone est supérieure de $2 100, $1 400 et $1 500 à celle du Canada.

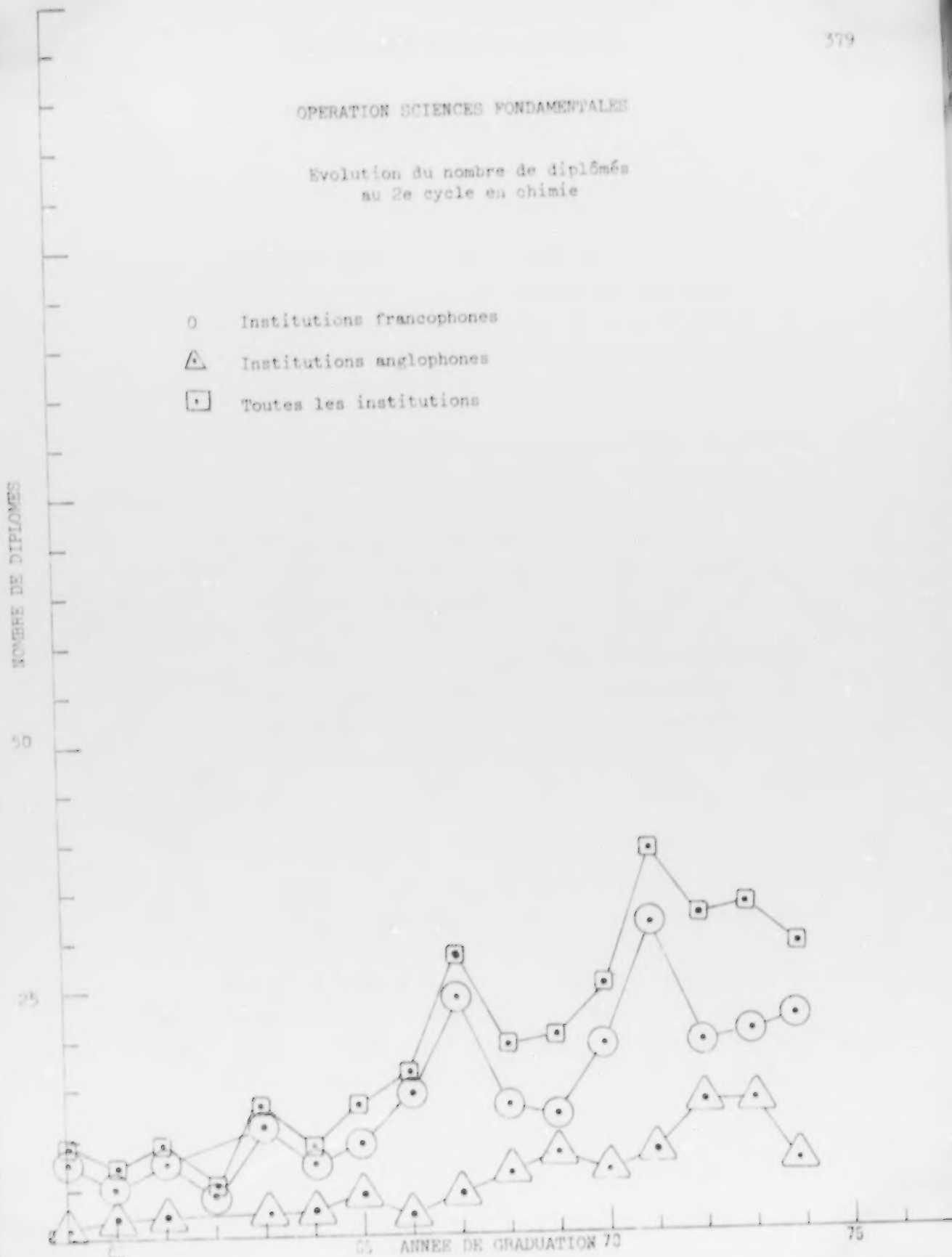
Pour rétablir l'équilibre, il existe principalement deux moyens: regrouper les ressources de façon à accroître l'efficacité de la recherche, et augmenter, dans les institutions francophones, le nombre de chercheurs susceptibles de recevoir du Conseil national de recherche des subventions égales à la moyenne canadienne sinon au-dessus.

Le nombre de professeurs est susceptible d'augmenter en fonction de l'augmentation prévisible de la clientèle étudiante. De plus, la recherche universitaire ne peut qu'être stimulée par la présence des centres péri-universitaires de recherche orientée et appliquée décrits plus haut au chapitre 10.


OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES
Evolution du nombre de diplômés au 1er cycle en chimie
Institutions francophones
Institutions anglophones
Toutes les institutions
NOMBRE DE DIPLÔMES
250
200
150
100
50
0
60
65
70
75
ANNEE DE GRADUATION

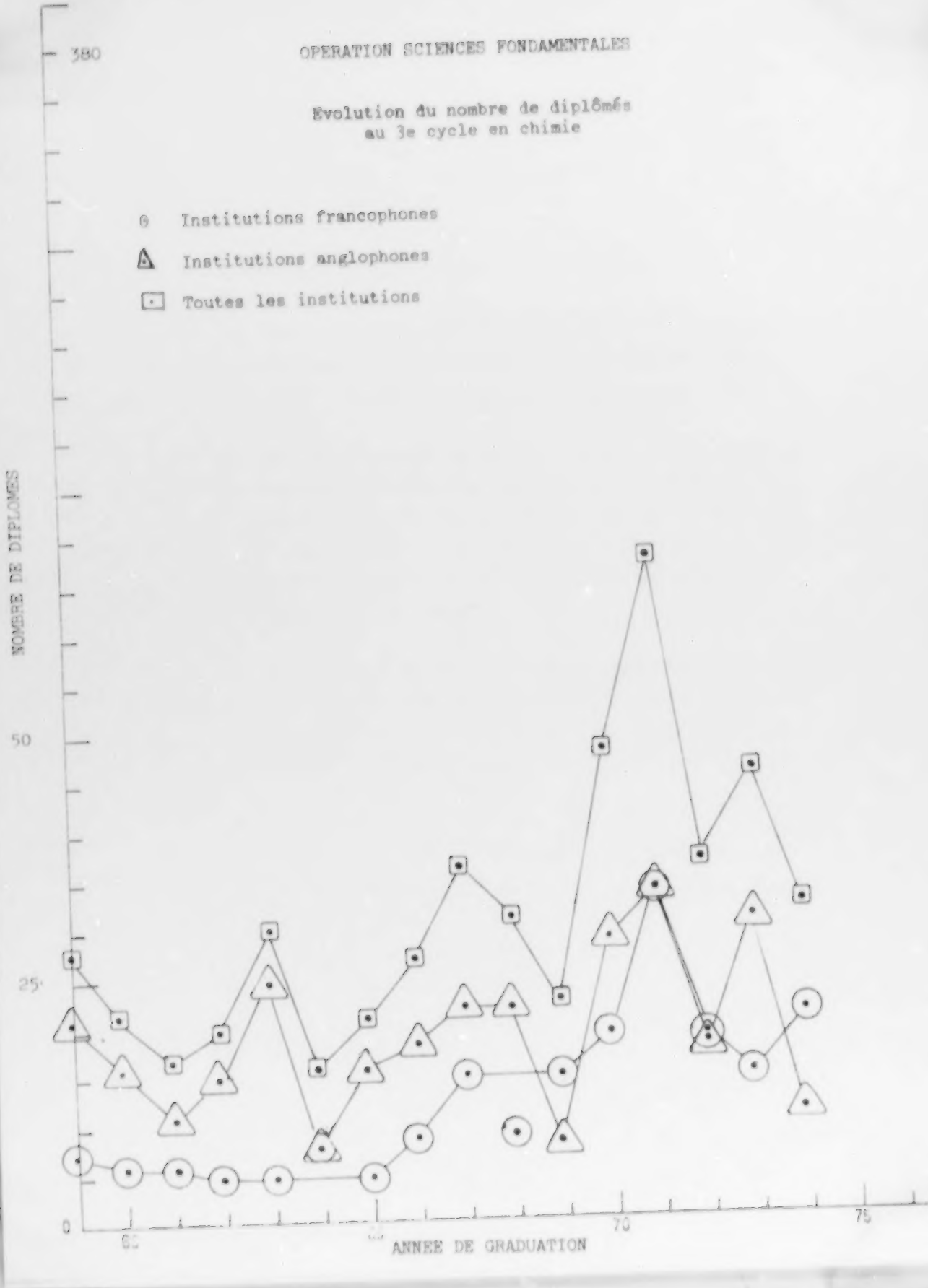
OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

Evolution du nombre de diplômés
au 2e cycle en chimie



OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

Evolution du nombre de diplômés
au 3e cycle en chimie



RECOMMANDATIONS

11.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités réorganisent leurs programmes de 1er cycle en chimie selon les objectifs et l'organisation recommandés au chapitre 4;

b) QUE dans le cadre de ces programmes, elles accordent une attention particulière, parmi les domaines d'application de la chimie, aux services de santé, à l'océanographie, aux ressources minérales, à la pollution de l'air et de l'eau, à l'utilisation et au stockage de l'énergie;

c) QUE les universités francophones prennent les mesures susceptibles d'augmenter leur clientèle étudiante au 1er cycle en chimie, l'une d'elles étant d'offrir le baccalauréat avec majeure.

11.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Ordre des chimistes du Québec accepte que le baccalauréat spécialisé en chimie donne directement accès à la pratique de la profession, sans aucune autre exigence à l'égard du contenu du programme menant à ce grade, le contenu étant élaboré en tenant compte de la diversité des besoins et des aspirations des étudiants, et le soin de veiller à son évolution normale étant confié au dynamisme propre des institutions

11.3 L'OPÉRATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités, en appliquant les recommandations du chapitre 5, revalorisent en tant que grade autonome la maîtrise en chimie conçue comme préparation au travail.

11.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QU'aucun nouveau programme de Ph.D. en chimie ne soit implanté avant 1980, et que le Comité des programmes n'examine pas de projet dans ce sens avant 1978;

b) QU'en plus des critères habituels de qualité, le critère déterminant d'opportunité pour l'implantation éventuelle d'un nouveau programme de Ph.D. en chimie soit le caractère innovateur du programme et son orientation vers le niveau opératoire.

11.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Bishop's développe son enseignement à caractère culturel de la chimie;

b) QU'elle s'applique à développer dans le cadre de son programme avec majeure en chimie, un programme de type para-scientifique au sens décrit par l'O.S.F.

11.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Bishop's abandonne son programme de maîtrise en chimie;

b) QUE les professeurs intéressés poursuivent leur recherche en collaboration étroite avec leurs collègues de l'Université de Sherbrooke, par exemple.

11.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval remplace son programme actuel de 1er cycle en chimie par les nouveaux programmes recommandés par l'O.S.F., en accordant la priorité aux applications à la foresterie, l'agriculture et l'alimentation.

11.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval, dans le cadre du 2e et 3e cycle, remplace ses activités actuelles en chimie de base par des programmes structurés en chimie orientée vers la nutrition, l'agriculture et la foresterie, selon l'organisation proposée aux chapitres 5 et 6, et que les chercheurs en chimie s'associent dans leurs travaux aux chercheurs de ces divers domaines d'application.

11.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université cGill réorganise ses programmes de 2e et de 3e cycle en chimie selon les recommandations de l'O.S.F. et qu'à moyen terme, elle limite ses activités au 3e cycle à certains champs de spécialisation, et si nécessaire limite les inscriptions au doctorat, de façon à produire une fraction plus raisonnable du nombre de diplômés de 3e cycle requis dans le contexte québécois.

11.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université de Sherbrooke intègre son programme de chimie appliquée, présentement en voie de développement, dans le cadre du programme spécialisé décrit au chapitre 4;

b) QU'elle abandonne l'orientation biochimie dans son programme de 1er cycle en chimie et la remplace par des applications en biochimie dans le cadre du programme spécialisé de chimie.

11.11 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université de Sherbrooke développe ses programmes de 2e et de 3e cycle en chimie dans le sens recommandé par l'O.S.F. en coordonnant étroitement ses champs de spécialisation avec ceux des autres institutions;

b) QU'elle intègre sa maîtrise sans thèse en chimie appliquée dans le cadre de la maîtrise ès sciences recommandée par l'O.S.F. et qu'elle en définisse clairement le domaine d'application, relié par exemple à la chimie analytique instrumentale (voir les RECOMMANDATIONS 11.19 et 11.25)

11.12 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Concordia, dans une optique d'utilisation optimale de ses ressources en chimie, en fasse le regroupement dans une seule unité départementale, en vue d'offrir les nouveaux programmes recommandés par l'O.S.F., et de façon à éviter les dédoublements inutiles des cours et autres activités pédagogiques sauf dans les cas qui se présentent normalement dans toute institution universitaire;

b) QUE la maîtrise en chimie à l'Université Concordia soit une maîtrise, avec mémoire ou avec stage, structurée autour d'un domaine d'application défini.

c) QUE l'Université Concordia abandonne son programme de doctorat en chimie.

11.13 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Montréal:

a) remplace l'option biochimie dans son programme de 1er cycle en chimie par des applications en biochimie dans le cadre du programme spécialisé en chimie;

b) mette sur pied un programme para-scientifique s'appuyant sur le programme avec majeure en chimie.

11.14 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le programme de maîtrise en chimie à l'UQAM soit celui d'une maîtrise avec mémoire ou avec stage, structuré autour d'un domaine d'application défini, comme l'alimentation.

11.15 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Trois-Rivières soit autorisée à implanter un programme de maîtrise avec mémoire, intitulé Maîtrise ès sciences (environnement), s'appuyant sur la chimie et la biologie, et ayant pour objectif quant à la chimie, la spécialisation dans un domaine d'application qui devrait être clairement défini et délimité.

11.16 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Chicoutimi restructure son programme actuel de 1er cycle en chimie pour l'adapter au programme spécialisé de l'O.S.F., en choisissant comme domaine d'application les ressources minérales

11.17 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Rimouski remplace son programme spécialisé en chimie et ses programmes bidisciplinaires par le programme spécialisé de l'O.S.F. avec applications en océanographie.

11.18 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Rimouski, dans le cadre de sa maîtrise en océanographie, développe ses activités en océanographie chimique et cherche à intéresser à ce programme ses diplômés de 1er cycle en chimie ainsi que ceux des autres universités québécoises.

11.19 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE soit développé dans les plus brefs délais dans une seule institution à l'état de regroupement majeur:

a) un champ de spécialisation recouvrant la chimie des ressources minérales, ainsi que les aspects de l'électrochimie et de la chimie analytique qui lui sont reliés;
(voir la RECOMMANDATION 11.24)

b) un champ de spécialisation en chimie analytique instrumentale;
(voir les RECOMMANDATIONS 11.11 et 11.25)

c) un champ de spécialisation en chimie appliquée au stockage de l'énergie.
(voir la RECOMMANDATION 11.26)

11.20 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université McGill, l'Université de Montréal et l'Université de Shertrooke maintiennent, et développent au besoin, un regroupement majeur en chimie organique, en choisissant des orientations complémentaires à l'intérieur de ce champ de spécialisation, et qu'elles en demandent la reconnaissance au ministère de l'Education.

11.21 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université McGill et l'Université de Montréal soient les seules institutions à constituer un regroupement majeur dans le champ de la structure moléculaire et de la chimie quantique, poursuivant chacun des orientations complémentaires à l'intérieur de ce champ, et qu'elles en demandent la reconnaissance au ministère de l'Education.

11.22 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval, l'Université McGill et l'Université de Montréal soient les seules à avoir un regroupement majeur en chimie des polymères, poursuivant chacun des orientations complémentaires à l'intérieur de ce champ, et qu'elles en demandent la reconnaissance au ministère de l'Education.

11.23 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval, en puisant dans les ressources de plusieurs départements, constitue un regroupement majeur en chimie des ressources renouvelables orienté vers les applications à l'agriculture, la foresterie et la nutrition, et qu'elle en demande la reconnaissance au ministère de l'Education.

11.24 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Chicoutimi, dans le cadre des activités en chimie de son département de sciences fondamentales, des activités en génie et en géologie de son département de sciences appliquées et des activités du Centre de recherche du Moyen Nord, mette sur pied et soit la seule à avoir un regroupement majeur en chimie des ressources minérales ainsi que dans les aspects de la chimie analytique et de l'électrochimie qui lui sont reliés, et qu'elle en demande la reconnaissance au ministère de l'Education.(voir la RECOMMANDATION 11.19)

11.25 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université de Sherbrooke soit la seule à avoir un regroupement majeur en chimie analytique instrumentale orientée vers les applications industrielles, et qu'elle en demande la reconnaissance au ministère de l'Education. (voir les RECOMMANDATIONS 11.11 et 11.19)

11.26 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec par l'entremise du Centre de recherche sur l'énergie de son Institut national de la recherche scientifique constitue un regroupement majeur en électrochimie reliée au stockage de l'énergie.
(voir la RECOMMANDATION 11.19)

11.27 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités francophones intensifient le regroupement de leurs activités en chimie afin d'en améliorer la qualité et la productivité, et qu'elles recrutent, dans certains cas, des chercheurs chevronnés pour compléter les cadres de leurs regroupements majeurs.

CHAPITRE 12 - LES MATHEMATIQUES

12.1 Introduction

Au début de sa "Prospective", l'auteur du dossier "Mathématiques" de l'O.S.P. analyse le nombre d'institutions et le nombre de programmes impliqués dans le sous-secteur mathématiques. Selon les inventaires de l'Association mathématique du Canada (AMC) ainsi que ceux de l'Association des universités et collèges du Canada (AUCC), le nombre d'institutions offrant un premier cycle, de même que le nombre total de programmes de premier cycle, semblent normaux au Québec, sur la base de la comparaison démographique avec l'ensemble du Canada. Ainsi, le AMC inventorie 271 programmes de premier cycle au Canada, dont 60 au Québec, c'est-à-dire 22%.

Toujours sur une base démographique par contre, le nombre d'institutions décernant des grades supérieurs dans le sous-secteur semble plus faible: de l'ensemble du Canada, 15% de ces institutions sont au Québec, c'est-à-dire 6 sur 39 au niveau M.Sc. et 4 sur 29 au niveau Ph.D. Par ailleurs, sur la même base, la situation de l'ensemble du Canada par rapport aux USA est normale. Les nombres de départements ayant un programme de Ph.D. dans le sous-secteur sont dans les rapports suivants:

USA/CANADA/QUEBEC 251/29/4

Aussi bien au Canada qu'aux USA, les structures d'administration et d'organisation des programmes de mathématiques sont fort diverses. L'auteur du dossier mentionne que dans plusieurs universités, on a cru bon de former des départements distincts

pour divers domaines des mathématiques. Waterloo a même une faculté de mathématiques, avec cinq départements. Au Québec, à l'exception des programmes que l'auteur classe en recherche opérationnelle, tous les programmes relèvent, pour leur composante mathématique, des départements de mathématiques, ou des modules dans le cas de l'Université du Québec.

12.2 Les programmes de premier cycle

12.2.1 Les programmes actuels: clientèles et diplômés

Programmes relevant des départements ou modules de mathématiques

Le tableau 12.1 montre la clientèle et les nombres de diplômés des programmes relevant des départements ou modules de mathématiques et les prévisions du nombre de diplômés de ces programmes pour l'ensemble des institutions anglophones et pour l'ensemble des institutions francophones. Ces prévisions sont basées sur les cohortes d'étudiants actuellement inscrits.

Cet ensemble de programmes comprend des spécialisés et des sujets majeurs, avec différentes orientations possibles, de même que des programmes pour l'enseignement secondaire, qui ne sont généralement que des variantes des précédents.

Le tableau 12.2 reprend les nombres de diplômés pour cet ensemble de programmes depuis 1969, de même que les prévisions à court terme. A des fluctuations près, dont la plus importante est celle de 1972, ces nombres correspondent, sur une période de plusieurs années, à un régime stable de production de diplômés, se situant aux environs de 375 par année.

TABLEAU 10.1: clientèles et diplômés des programmes* relevant des départements ou modules de mathématiques

	% T.P.	diplômés						clientèles			prévisions	
		69	70	71	72	73	74	A72	A73	A74	75	76
Bishop's	< 10	7	10	7	5	4	3	16(10)	13(7)	12(4)		
Concordia (S.G.W.)	40	57	62	64	91	63	40	196(48)	158(52)	153(68)		
Concordia (Loyola)	60	31	28	17	28	10	29	73(18)	98(19)	43(14)		
McGill	< 10	69	78	104	116	17	68	182(87)	199(75)	297(87)		
angl. total		164	178	212	240	94	140	467(163)	468(151)	505(173)	530	550
Montréal	20	118	105	83	79	94	91	430(185)	485(165)			
Sherbrooke	20	6	19	12	21	28	24	232(93)	233(73)	198(63)		
UQAC	50	0	0	18	14	14	14	50(7)	44(13)	26(0)		
UQAM	60	0	0	0	59	20	20	298(73)	233(53)	223(37)		
UQAR	40	0	0	0	11	10	6	58(18)	53(10)	28(6)		
UQTR	40	0	1	8	20	15	19	116(36)	95(28)	67(18)		
UQUAC	50	0	0	0	0	2	2	20(12)	17(7)	9(2)		
LAVAL	< 10	51	52	64	61	66	71	310(123)	290(105)	274(97)		
franc. total		175	177	185	265	249	247	1514(549)	1450(454)		730	750

* tels que classés par l'auteur du dossier Mathématiques de l'UQP (1ère partie)

Note: les clientèles représentent le nombre total d'inscriptions, plein temps (PT) et temps partiel (TP).
Entre parenthèses apparaît le nombre de nouvelles inscriptions.

Tableau 12.2 Nombre de diplômés des programmes relevant des départements ou modules de mathématiques pour la période 1969-1974, et prévisions à court terme.

	institutions anglophones	institutions francophones	total	pourcentage des diplômés des institutions francophones
1969	164	175	339	52%
1970	178	177	355	50%
1971	212	185	397	47%
1972	240	265	505	52%
1973	94 (1)	249	343	(2)
1974	140	248	388	64%
1975 *	120	260	380	68%
1976 *	110	250	360	69%

(1) La baisse du nombre de diplômés pour 1973 du côté anglophone s'explique par le passage au "système CEGEP" trois ans plus tôt pour les institutions anglophones

(2) données inutilisables, voir remarque précédente

(*) Prévisions

Proportionnellement aux USA, le nombre de diplômés de premier cycle en mathématiques devrait être de l'ordre de 650 par année. Le nombre de diplômés de premier cycle pour l'ensemble du Canada n'est pas connu.

A l'intérieur du régime de croisière décrit plus haut, un fait retient l'attention: le pourcentage des diplômés provenant des universités francophones augmente de façon significative depuis plusieurs années, comme on peut le voir au tableau 12.2.

Outre les programmes relevant des départements ou modules de mathématiques, le sous-secteur comprend un certain nombre d'autres programmes.

Les programmes en recherche opérationnelle

Ces programmes sont énumérés p. 192 de la première partie du dossier Mathématiques de l'OSF.

Même si certains cours de ces programmes et parfois plusieurs sont offerts par les départements de mathématiques, les programmes eux-mêmes relèvent d'autres structures administratives. Par ailleurs, ces programmes ne sont pas tous aussi spécialisés les uns que les autres en recherche opérationnelle. Certains ne sont que des options en fin de programme, d'autres sont davantage autonomes. En corollaire, il n'est pas toujours possible, dans l'état actuel, d'obtenir les chiffres pour les clientèles et les diplômés. Non seulement les données sont fragmentaires, mais elles sont trop différentes

les unes des autres pour être utilisables. Au niveau de l'analyse des clientèles et des nombres de diplômés, nous ne retiendrons pas ces programmes. Nous y reviendrons par contre au niveau, beaucoup plus important des objectifs des programmes.

Le programme PEMMAMA

Le sous-secteur comprend un programme-réseau de l'Université du Québec pour le perfectionnement des maîtres en mathématiques, dispensé à des enseignants en exercice et conduisant à un Baccalauréat spécialisé en Enseignement secondaire (Mathématiques).

PEMMAMA s'adresse essentiellement à une cohorte qui comptait initialement environ 1500 étudiants, réduits à 1400 en 1972, à 1100 en 1973 et à 800 en 1974. Il produira ses premiers finissants en 1977. Il n'est donc pas possible de faire des prévisions de nombre de diplômés pour le moment. C'est pourquoi nous avons exclu ce programme des clientèles et des prévisions pour le sous-secteur.

Par contre, à cause de l'importance de ce genre de programme pour le perfectionnement des maîtres, nous en avons déjà traité au chapitre 7.

Les baccalauréats en enseignement élémentaire

Parmi les sciences fondamentales, les mathématiques constituent la seule discipline à être enseignée au niveau élémentaire. Il existe donc, le baccalauréat mathématiques de

l'O.S.P. en fait état, des baccalauréats pour l'enseignement des mathématiques à l'élémentaire. Ces programmes comportent évidemment une certaine formation en mathématiques, mais celle-ci est naturellement englobée dans un ensemble orienté vers l'enseignement élémentaire. Comme tels nous estimons que ces programmes ne font pas partie du secteur sciences fondamentales, et c'est pourquoi nous n'en traiterons pas davantage.

12.2.2 Objectifs et organisation des programmes de premier cycle

L'analyse de l'ensemble des programmes de premier cycle en mathématiques présente certaines difficultés si on veut en tirer une image concrète et en dégager les objectifs.

En effet, la structure des programmes est assez diversifiée en terme des caractéristiques des cours (obligatoires, à option, au choix) ainsi qu'en terme des orientations ou des concentrations que permettent les programmes. Par ailleurs, si les caractéristiques des cours sont systématiquement explicitées, il n'en va pas toujours ainsi pour les orientations ou concentrations qui n'apparaissent même pas toujours officiellement. Même lorsqu'elles apparaissent, les inscriptions et les diplômés ne sont pas toujours comptés par orientation.

Il en résulte qu'il n'est pas possible de faire une analyse des programmes suivis en fait par les étudiants, en fonction d'une grille de composantes fut-elle aussi grossière que mathématiques pures, mathématiques appliquées et cours hors mathématiques. La souplesse des programmes est un

moyen qu'on peut utiliser pour atteindre des objectifs variés. Dans la situation présente, par contre, il est difficile de vérifier si d'une part cette souplesse joue en pratique et si d'autre part, on atteint les objectifs souhaitables que la souplesse semble permettre.

Quoiqu'il en soit, il n'en demeure pas moins que, sauf pour les programmes portant explicitement sur les mathématiques appliquées et pour les programmes explicitement bidisciplinaires, il existe de nombreux cas où l'étudiant peut en pratique suivre un programme composé exclusivement de mathématiques pures. On peut s'interroger sur les objectifs d'un tel programme.

Les programmes de mathématiques

L'assimilation et la maîtrise des mathématiques pures (le"core mathematics") constituent évidemment la base d'un programme de premier cycle en mathématiques. Il est même assez évident que cette formation "provides an unequaled training ground for mathematicians in all fields" (3).

Par contre, il n'en est pas moins vrai que l'immense majorité des mathématiciens qui feront carrière comme mathématiciens (après un premier cycle tout comme après des études supérieures) auront d'une façon ou d'une autre à utiliser les mathématiques dans des situations concrètes hors des mathématiques. Les emplois pour mathématiciens dans un contexte de mathématiques pures exclusivement sont très rares. Il est assez évident que les fonctions de travail des diplômés consisteront pour l'immense majorité en applications des mathématiques à des situations et des problèmes dans lesquels les mathématiques sont utilisées comme outil.

(3) Dossier Mathématiques de l'O.C.D.E., 3ième partie, p. 42

On pourrait croire que les enseignants constituent une exception notable à cet égard, dans le cas par exemple d'une carrière d'enseignant en mathématiques pures. Cependant, précisément parce qu'ils pourraient ne jamais être en contact direct avec les applications pratiques que leurs étudiants rencontreront, il est d'autant plus important que les futurs enseignants soient mis en contact avec les applications durant leurs études.

Nous avons fait, au chapitre 3, paragraphe 3.9, une analyse sommaire du marché de l'emploi et de son évolution aussi bien probable que souhaitable. Chaque discipline présente à cet égard ses caractéristiques, mais les considérations générales du paragraphe 3.9 s'appliquent très bien aux mathématiques. Pour faire la transposition, il suffit de mettre l'accent sur certains points. Le tableau 12.3 indique la distribution des diplômés en mathématiques dans les grandes catégories d'emploi que nous avons utilisées jusqu'ici. Ces données sont tirées de l'étude N° 3 de l'O.S.F. (4).

L'enseignement pour les diplômés des universités francophones en mathématiques, constitue un débouché encore plus important que pour l'ensemble des disciplines. En effet, 61,7% des diplômés en mathématiques des universités francophones sont dans l'enseignement, alors que 47,6% des diplômés des universités francophones sont dans ce type d'emploi pour l'ensemble des disciplines. La baisse récente du pourcentage des diplômés oeuvrant dans l'enseignement

(4) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, Etude particulière N° 3 de l'O.S.F.

Tableau 12.3: Distribution des diplômés des universités québécoises dont la principale discipline de formation est en sciences fondamentales, dans les grandes catégories d'emplois, en 1974

Catégories d'emploi	ensemble des diplômés		diplômés en mathématiques	
	institutions francophones	institutions anglophones	institutions francophones	institutions anglophones
enseignement	47,6%	26,5%	61,7%	27,7%
administration	16,1%	28,0%	5,7%	5,9%
professions scientifiques	29,4%	24,3%	20,4%	26,5%
autres professions	6,9%	21,2%	12,3%	40,0%

Note: Dans le cas des diplômés des institutions anglophones, on a retenu dans les présentes données que les diplômés travaillant au Québec, dans le but d'obtenir une image du marché de l'emploi au Québec.

que l'on retrouve au niveau de l'ensemble des disciplines, ne s'est pas fait sentir en mathématiques, du moins jusqu'à maintenant. Quoiqu'il en soit, si le nombre annuel de diplômés du premier cycle en mathématiques augmente dans l'avenir, ce sera vraisemblablement vers d'autres types de carrières que ces diplômés devront s'orienter.

En mathématiques comme dans les autres sous-secteurs, il faut donc prévoir des programmes de formation pour futurs enseignants; mais ce débouché, si important et si spécifique soit-il, ne doit pas masquer les autres types de fonctions de travail auxquelles les programmes de mathématiques doivent préparer.

Dans ces autres types de fonctions de travail, on voit au tableau 12.3, que l'administration est beaucoup moins importante en mathématiques que dans l'ensemble des autres disciplines; elle représente moins de 6% des emplois pour les diplômés en mathématiques, aussi bien des universités anglophones que francophones, contre 16,1% et 20% pour l'ensemble des disciplines chez les diplômés des universités francophones et anglophones respectivement.

Les deux autres catégories d'emploi, professions scientifiques et autres professions, représentent 52,7% des emplois chez les diplômés des universités francophones et 66,5% des diplômés des universités anglophones au Québec. Ces deux catégories apparaissent séparément au tableau 12.3, mais il peut être utile de les réunir pour les fins de la présente analyse. En termes d'un code, comme le Code canadien des Professions, CCDP, qui a été utilisé pour les

classifications que nous utilisons présentement, les mathématiciens présentent un problème de visibilité et la distinction entre professions proprement scientifiques et les autres professions perd un peu de son sens. On ne retrouvera pas les mathématiciens massivement sous la rubrique professionnelle correspondant à leur discipline, comme c'est le cas pour les chimistes par exemple. A cause des interactions des mathématiques avec une foule d'autres secteurs, les mathématiciens se retrouveront dans tout un spectre de professions. Malgré cette caractéristique des mathématiques, l'étude N° 3 de l'O.S.F. a permis de constater qu'on en retrouve à peine moins que pour l'ensemble des disciplines sous la rubrique des professions scientifiques proprement dites, du moins dans le secteur anglophone. Dans le secteur francophone, cette proportion est de 20,4% pour les diplômés en mathématiques, contre 23,4% dans l'ensemble des disciplines.

Par contre, on retrouve les mathématiciens deux fois plus souvent, relativement, dans les "autres professions" que l'ensemble des diplômés. La différence est encore plus importante dans ce cas entre anglophones et francophones. On ne peut s'empêcher de remarquer à quel point les diplômés des universités francophones s'orientent peu vers cet ensemble de carrières très diversifié auxquelles donne accès une formation en mathématiques, en dehors de l'enseignement, de l'administration et des professions strictement scientifiques au sens du CCDF: 12,3% des diplômés des universités francophones, 40% des diplômés des universités anglophones.

Il y a là non seulement un marché de l'emploi important que néglige le secteur francophone, mais également tout un secteur d'activités au développement duquel les francophones n'apportent pas une contribution suffisante. Il n'est pas facile de dire si cette situation en milieu francophone résulte de ce que les programmes universitaires ne sont pas assez ouverts sur l'insertion des mathématiques dans le contexte socio-économique ou si les programmes ne font que répondre aux demandes du groupe francophone qui, pour d'autres raisons, ne voudrait pas s'engager dans cette direction. Il y a probablement une influence d'un des facteurs sur l'autre. Par contre, du point de vue des universités, ce n'est qu'en modifiant les programmes et leur esprit qu'on peut espérer modifier la situation. Il ne s'agit pas d'attendre l'inverse.

Répétons à cette occasion, comme nous l'avons dit au chapitre 3, que la réforme des programmes est commandée, entre autres choses, beaucoup plus par les possibilités actuelles du marché de l'emploi et par la place que doivent y prendre les diplômés des universités francophones, que par l'évolution prévisible du marché pour les années à venir. Des traditions et un esprit différents ont fait que les diplômés des universités anglophones étaient mieux adaptés au marché de l'emploi du Québec. Il serait normal que les universités francophones veuillent maintenant faire aussi bien.

Pendant le déroulement de l'Opération Sciences Fondamentales, nous avons pu constater qu'il pouvait être difficile, même pour un professeur d'université qui a formé plusieurs générations de mathématiciens, de se rendre compte de

l'importance et de la diversité du marché de l'emploi qui s'offre à ses étudiants en dehors de l'enseignement. On trouvera dans les études N° 2 et N° 3 de l'O.S.T. quelques éléments de description de ce marché. Nous en avons déjà signalé un certain nombre dans le présent rapport. Il est heureux qu'une autre étude dont les résultats sont maintenant publiés (5) aille beaucoup plus loin à cet égard dans le cas spécifique des mathématiques que nous n'avons pu le faire dans un cadre qui englobait l'ensemble des sciences fondamentales. Le chapitre 3 du rapport Coleman est particulièrement éclairant sur la multiplicité des débouchés pour mathématiciens et sur la façon dont les programmes devraient préparer à cette diversité d'emplois. Comme nous l'avons dit au chapitre 2, le rapport Coleman ne va pas très loin au niveau des recommandations, mais son analyse de la situation semble très pertinente.

Pour éviter tout malentendu, il importe évidemment de préciser ce que nous entendons par préparation aux différents types de fonctions de travail. On admet facilement qu'un premier cycle en mathématiques, tout comme en sciences fondamentales en général, ne prépare pas de façon spécifique à remplir des fonctions de travail prédéterminées. Les objectifs des programmes ne peuvent pas être de cet ordre. Ce que l'on attend du diplômé, c'est sa compétence

---

(5) A.J. Coleman, G. Edwards et K.P. Beltzner, Mathematical Sciences in Canada, Conseil des Sciences du Canada, Étude spéciale N° 38, 1975.

dans la discipline et l'aptitude à pouvoir utiliser cette compétence dans des situations concrètes. L'étude du "core" permet d'atteindre le premier de ces objectifs. Il y aurait lieu que les programmes tendent à atteindre également le second.

Pour y parvenir, il serait souhaitable que tout premier cycle comporte une initiation significative à l'utilisation des mathématiques dans leurs différents domaines d'application, comme le préconise le comité de la "Mathematical Association of America", qui s'est penché sur ce problème en 1972 (6):

"Each department should offer a course or two in applied mathematics which treat some realistic situations completely, beginning with a careful analysis of the nonmathematical origin of the problem; giving extremely careful consideration to formulation of a mathematical model, solution of the mathematical problem, and relevant computations; and presenting thoughtful interpretations of the theoretical results to the original problem."

De plus, même au niveau des premières années du programme, " a greater number of realistic applications from a greater variety of fields should be introduced into the mathematics courses. "

---

(6) Dossier mathématiques de l'O.S.F., 3ième partie, p. 22

Il va de soi que l'étude de ces applications, à la fois dans des cours "ad hoc" et dans les autres cours du programme, ne préparera pas l'étudiant à un emploi de façon spécifique. C'est davantage à titre exemplaire et comme formation à une méthodologie d'appréhension du concret et de transfert de ses connaissances et de sa formation en mathématiques pures vers des problèmes non mathématiques qu'il faut songer à introduire ces éléments. Il s'agit, de cette façon, de sensibiliser l'étudiant aux besoins socio-économiques que les mathématiques sont en mesure de satisfaire et de le préparer au fait que ses fonctions de travail, peu importe dans quel domaine, consisteront pratiquement toujours à répondre à certains de ces besoins.

Il va de soi que pour atteindre cet objectif dans les programmes, on aurait tout intérêt à profiter de la collaboration de mathématiciens oeuvrant déjà dans le contexte socio-économique du marché de l'emploi concret.

Les programmes de mathématiques appliquées

Il est évident que dans certains programmes l'initiation aux applications des mathématiques doit largement dépasser le seuil décrit plus haut. Les statistiques, la recherche opérationnelle, les mathématiques appliquées classiques, de même que l'informatique, si on veut énumérer l'ensemble des domaines que recouvre l'appellation mathématiques appliquées, auxquels on pourrait ajouter l'actuariat, sont des exemples de programmes où la composante non mathématique est normalement beaucoup plus importante, où le domaine d'exercice en termes de fonctions de travail est plus défini et où le type

de préoccupations envisagées plus haut doit être naturellement poussé bien davantage. Un programme de mathématiques appliquées qui ne comporterait pas ces caractéristiques ne serait en fait qu'un programme de mathématiques pures déguisé.

Dans le cas des programmes de mathématiques appliquées, il n'est pas inutile de rappeler la difficulté que ce type de programme semble éprouver à se développer dans le cadre des structures responsables des programmes de mathématiques pures, ce qui a amené de nombreuses institutions en dehors du Québec à créer des structures particulières pour ces programmes. Il y a un danger pour ce genre de programme, s'il se développe à l'intérieur d'un ensemble de mathématiques pures, de mettre trop l'accent sur l'aspect épistémologique du domaine considéré.

Les programmes bidisciplinaires

La formation en mathématiques, combinée à l'initiation au transfert de cette discipline vers les applications et leur contexte socio-économique, constitue un objectif déjà ambitieux pour un premier cycle.

Dans un programme bidisciplinaire ces deux éléments, formation et initiation au transfert, seront moins poussés, sans qu'on puisse par ailleurs identifier de types de fonctions de travail auxquels prépareraient de tels programmes. Par ailleurs, dans un tel programme, l'étude de la deuxième discipline est plutôt une initiation à cette dernière qu'une initiation au transfert des mathématiques vers la deuxième discipline.

Nous rappelons que l'O.S.P. a recommandé au chapitre 4 l'abandon des programmes spécialisés bidisciplinaires de

l'Université du Québec, de même que les programmes majeure-mineure des autres universités francophones.

Nous sommes conscients du fait que la mise sur pied des programmes bidisciplinaires voulait répondre, en partie du moins, à des objectifs de préparation plus adéquate au marché du travail et à sa diversité, et à une meilleure compréhension des rapports des mathématiques avec les autres disciplines. Pour les raisons que nous venons d'énoncer, nous croyons que la formule du premier cycle bidisciplinaire n'est pas la plus heureuse pour atteindre ces objectifs. Les différentes formules recommandées dans le présent rapport nous semblent plus prometteuses à cet égard et permettent un assez large éventail au choix de l'étudiant:

- le programme spécialisé en mathématiques, qui comporte des études d'applications,

- le programme avec majeure en mathématiques, inspiré du "Major"des universités anglophones, pour celui qui ne désire pas se spécialiser autant en mathématiques,

- enfin des programmes de mathématiques appliquées pour ceux qui désirent se spécialiser dans certains domaines où la demande est assez importante.

Les cours de service

Dans le cas des mathématiques, les cours de service dispensés dans le cadre des programmes des autres disciplines ont toujours revêtu une importance particulière et ont fait l'objet d'un

certain nombre de critiques de la part de professeurs de ces programmes.

L'auteur du dossier mathématiques de l'O.S.F. (7) fait au sujet des cours de service un certain nombre de remarques que nous endossons pleinement.

- ces cours devraient être mis sur pied en fonction de la clientèle spécifique, même dans le cas des cours très généraux au point de vue contenu mathématique,

- les professeurs de mathématiques devraient être encouragés à se familiariser avec la discipline dans le cadre de laquelle ils dispensent un cours de service,

- dans l'inadéquation exprimée par les professeurs de la discipline où un cours de service est donné, il ne faut pas négliger, pour avoir une image complète, le fait que ces professeurs peuvent avoir une formation mathématique dépassée par celle de leurs étudiants,

- l'auteur signale par ailleurs le cas particulier des statistiques où un grand nombre de cours différents sont donnés tant par les départements de mathématiques que par les autres départements. Il souligne que le problème n'est pas propre au Québec, même s'il semble propre aux statistiques. Aux Etats-Unis, dans la majorité des universités, il y a des cours de statistiques donnés hors des départements de mathématiques, ce qui semble n'être le cas pour aucun autre domaine des mathématiques. La situation ici ne semble donc pas anormale à ce point de vue.

---

(7) Dossier Mathématiques de l'O.S.F., 2ième partie, p. 68.

Conclusion

Rappelons, en guise de conclusion au présent paragraphe, les objectifs généraux recommandés par l'O.C.F. pour le premier cycle:

- les programmes de premier cycle en mathématiques, tout en continuant d'assurer une solide formation de base, doivent tenir compte davantage des types de fonctions de travail que les diplômés auront à exercer et du contexte dans lequel s'exercent ces fonctions,

- les programmes de premier cycle doivent comporter des cours de sensibilisation, permettant à l'étudiant de se familiariser avec le contexte dans lequel il travaillera et avec le rôle que sa formation scientifique est appelée à lui faire jouer dans la société. En plus des domaines énumérés à ce sujet au chapitre 4, on peut penser, dans le cas des mathématiques, à une initiation aux domaines où sont utilisées les mathématiques, comme par exemple la démographie, l'ingénierie, l'économique,

- les programmes de premier cycle doivent comporter une initiation significative à l'utilisation des mathématiques hors de la discipline, à la fois dans des cours spécifiques et dans les autres cours du programme, tel qu'indiqué au chapitre 4.

12.2.3 Répartition des programmes de premier cycle dans les institutions universitaires

Programmes de mathématiques

Dans l'ensemble des institutions francophones, 85% de la clientèle (plein temps + temps partiel) est concentrée dans quatre institutions (Montréal, Laval, UQAM et Sherbrooke). Pour les institutions anglophones, la quasi totalité de la clientèle est dans deux institutions (McGill et Concordia). Dans chacune de ces six institutions, le nombre d'étudiants va de 200 à 500.

Comme on le voit au tableau 12.1, trois des constituantes de l'UQ (UQAC, UQAR, UQTR) se partagent moins de 15% de la clientèle francophone. Les deux premières ont chacune une clientèle de 30 étudiants environ, la troisième, de 75 environ.

Par contre, à cause de l'éloignement des grands centres, il n'est pas évident que ces clientèles seraient en mathématiques, ailleurs, si ces institutions n'offraient pas de programme de mathématiques.

Il faut réaliser pourtant que la décroissance du nombre déjà faible d'inscriptions dans ces trois constituantes est un problème sérieux. On peut se demander s'il s'agit là d'un phénomène d'épuisement d'une clientèle captive ou d'un désintéressement d'une clientèle potentielle. La situation à l'UQAM semble moins inquiétante au point de vue du nombre

total des inscriptions; elle l'est peut-être davantage au point de vue de la production de diplômés qui s'établissait à 20 par an en 1973 et en 1974, pour une clientèle totale de plus de 200 étudiants. La situation est également inquiétante au point de vue des nouvelles inscriptions à l'UQAM qui sont en baisse rapide.

L'Université du Québec devrait étudier la situation dans l'ensemble de ses constituantes à l'égard des programmes de mathématiques. Le problème est à étudier non seulement au point de vue clientèle et diplômés, mais également au point de vue des programmes. La réforme des programmes que recommande l'O.S.P. pourrait, entre autres effets, motiver une clientèle que les programmes actuels n'attirent pas.

Le plus gros de l'effort à faire dans toutes les institutions pour atteindre les objectifs recommandés par l'O.S.P. au premier cycle est évidemment au niveau des composantes

- étude des applications des mathématiques

- cours de sensibilisation

Bien que les données actuelles ne permettent pas de répondre à la question, on peut en effet se demander s'il n'y a pas une fraction importante des diplômés dont le programme a été composé exclusivement de mathématiques pures et ce malgré le nombre d'"orientations" et de "cheminements" possibles en mathématiques appliquées

dont bon nombre restent en fait très purs. La solution ne consiste certainement pas à multiplier ces orientations et cheminements en "mathématiques appliquées", mais plutôt à modifier les actuels cheminements "mathématiques pures" pour y insérer le souci des applications des mathématiques dans des situations concrètes reflétant la vie réelle. La présence dans la même institution d'un programme autonome dans un des domaines des mathématiques appliquées pourra aider à atteindre cet objectif. Elle ne doit pas en tenir lieu de réalisation.

Deux programmes, ceux de Bishop's et de la DEUOQ, ont une clientèle négligeable.

Nous ne voyons aucune justification au maintien de ces programmes dans leur état actuel

- ni du point de vue des étudiants,

- ni du point de vue production de diplômés en mathématiques,

- ni du point de vue développement du sous-secteur.

Par contre, comme le programme de la DEUOQ est essentiellement un programme de formation de maîtres, c'est dans l'ensemble de ces derniers programmes qu'il faut le renvoyer.

Le cas de Bishop's est différent. Il a été traité dans son ensemble au paragraphe 11.5.1 du chapitre sur la chimie.

Domaines des mathématiques appliquées

Présentement, la plupart des institutions offrent des programmes dans un ou plusieurs domaines des mathématiques appliquées. Ces programmes ont des degrés d'autonomie variés au niveau des objectifs et au niveau de l'organisation. Dans certains cas, il s'agit essentiellement d'une initiation aux mathématiques appliquées, souvent sous leur aspect le plus épistémologique, à l'intérieur d'un programme de mathématiques pures. A l'autre extrême, le B.Sc. (actuariat) de Laval semble un exemple de programme jouissant d'une autonomie remarquable. Ce programme semble bien répondre à un besoin. Il n'est évidemment pas souhaitable pour autant d'en faire des copies conformes dans toutes les autres institutions. En fait, chacune des institutions ne peut pas offrir un programme autonome dans chacun des domaines des mathématiques appliquées. Par contre, si la clientèle le permettait, chaque institution devrait offrir au moins un programme autonome dans un des domaines, les autres domaines étant traités par le biais des applications dans le programme de mathématiques pures.

Par cet ensemble de programmes autonomes en mathématiques, on arriverait d'une part à couvrir l'ensemble des domaines et d'autre part la présence d'un programme autonome en mathématiques appliquées dans le voisinage du programme de mathématiques pures ne pourrait que favoriser l'insertion des applications dans ce dernier, si on peut réussir à susciter une situation d'interfécondation.

a) les programmes de recherche opérationnelle

Nous avons déjà souligné au paragraphe 12.3.1, l'hétérogénéité de l'ensemble de programmes libellés "recherche opérationnelle" dans le dossier mathématiques de l'O.S.P. En termes d'objectifs, on peut mettre à part dans cet ensemble le B.Sc. informatique, orientation recherche opérationnelle de l'Université de Montréal.

En effet, les autres programmes nous semblent viser comme objectif non pas de former des spécialistes en recherche opérationnelle, mais plutôt des administrateurs possédant une initiation à la recherche opérationnelle. Comme tels ces programmes n'entrent donc pas dans le cadre de l'O.S.P. Ils sont l'équivalent, en administration, des programmes de génie minier ou industriel avec orientation en recherche opérationnelle.

Le programme de recherche opérationnelle du département d'informatique de l'Université de Montréal nous semble davantage identifié à la recherche opérationnelle comme telle, même s'il se situe dans le cadre de l'informatique. Il n'est pas encore évident que la formation de spécialistes en recherche opérationnelle doive se faire au premier cycle. L'expérience effectuée à l'Université de Montréal depuis quelques années devrait permettre maintenant d'apporter un début de réponse à cette question.

b) les programmes en actuariat

Il existe présentement un seul programme autonome en actuariat: c'est celui de Laval. Par ailleurs, il existe des orientations dans cette direction à Montréal et à McGill (8). En étoffant ces deux dernières orientations dans le sens des applications décrites au chapitre 4, sans en faire des programmes autonomes, on arriverait à couvrir adéquatement le domaine.

c) les autres domaines des mathématiques appliquées et considérations générales

Les autres domaines de mathématiques appliqués, probabilités et statistiques, de même que mathématiques appliquées classiques, tant mathématiques pour la physique que pour les sciences économiques, apparaissent présentement comme des cheminements, des options, des orientations, à l'intérieur de programmes résolument axés généralement vers les mathématiques pures. Trop souvent, par effet d'entraînement, même les mathématiques appliquées s'y "purifient" et se détachent du réel.

Deux actions sont à envisager à cet égard:

- au niveau de l'utilisation de ces domaines (comme des autres domaines des mathématiques appliquées) au titre d'applications à l'intérieur du baccalauréat en mathématiques pures, en mettant à profit les ressources du milieu non universitaire ainsi que celles du milieu universitaire hors des mathématiques de façon à en mettre en relief les aspects vraiments concrets.

---

(8) Dossier Mathématiques de l'O.S.F., 1ère partie, p. 115

- au niveau de la création de programmes autonomes dans ces domaines.

Le choix des domaines au titre d'exemples d'applications relève essentiellement des institutions, qui voudront en favoriser certains le cas échéant en fonction de leurs axes de développement. La répartition des programmes autonomes dans les différents domaines des mathématiques appliquées demande une plus grande cohérence et relève du mandat du Comité des programmes.

d) l'informatique

L'informatique a déjà été traitée dans le cadre de l'O.S.A. (9). Il ne s'agit évidemment pas de reprendre cette étude ici. Il importe cependant de noter que l'informatique est un des domaines d'applications des mathématiques et qu'il est normal par conséquent de la retrouver à ce titre dans le cadre des programmes de mathématiques pures.

Effectivement plusieurs programmes comportent la possibilité de prendre quelques cours d'informatique, ce qui ne peut être que bénéfique à l'étudiant.

Deux programmes par contre retiennent l'attention à cet égard:

---

(9) Opération Sciences Appliquées, Rapport N° 4, L'enseignement de 1er cycle dans le sous-secteur informatique, D.G.E.S., MEQ, février 1973.

- le programme spécialisé en mathématiques, série F, de l'UQAM;

- le programme spécialisé en mathématiques, (Informatique) de Sherbrooke.

Le nombre de crédits en informatique peut aller dans le premier cas de 15 à 54, et dans le deuxième cas de 29 à 50 (10). Il s'agit là, notons-le, des seuls cours d'informatique, à l'exclusion des cours de mathématiques qu'on pourrait juger prérequis aux cours d'informatique.

L'O.S.F. a recommandé que les programmes de mathématiques soient tournés vers les applications, mais tout en restant des programmes de mathématiques. Le programme spécialisé recommandé par l'O.S.F. comporte un minimum de crédits de cours d'applications, mais il comporte également un minimum dans la base de la discipline et un minimum dans les cours de sensibilisation. Il faut réaliser que par le choix des cours optionnels, les deux programmes en question peuvent très facilement s'écarter de cet objectif pour se transformer, à toutes fins pratiques, en programmes spécialisés en informatique. En principe, ceci n'irait pas nécessairement à l'encontre des objectifs recommandés par l'O.S.F.; en effet, dans le cas des programmes de mathématiques appliquées, nous avons indiqué plus haut que "l'initiation aux applications des mathématiques doit largement dépasser le seuil" indiqué à la recommandation 4.4. Dans les programmes de mathématiques appliquées, l'informatique constitue par contre un cas particulier, en ce sens que ce domaine a déjà été couvert par l'O.S.A., qui a recommandé de ne pas offrir de nouveaux programmes spécialisés en informatique.

---

(10) Dossier Mathématiques de l'O.S.F., 1ère partie, p. 117.

Dans le mémoire constituant la "réaction de l'université de Sherbrooke au projet de rapport final de l'Opération Sciences Fondamentales" (10 novembre 1975), plusieurs pages sont consacrées à ce sujet. L'Université de Sherbrooke indique que "le nombre moyen de crédits suivis par les étudiants dans ce "champ" est toujours inférieur à 50". Dans ce "champ", l'Université de Sherbrooke "a compté non seulement les crédits clairement attribuables à des cours d'informatique, mais aussi les crédits attribués à d'autres cours de mathématiques qu'on pourrait considérer comme faisant partie du "champ de l'informatique", à l'exclusion des cours de base en mathématiques."

Dans le cas des programmes spécialisés en mathématiques appliquées, l'O.S.F. n'a pas explicité de règle pour le partage entre les cours de base en mathématiques et les cours dans le domaine d'application. Nous croyons qu'il n'est pas souhaitable d'énoncer de règle générale pour ce partage. Chaque domaine d'application est à étudier spécifiquement. Selon la recommandation 4.4, le programme spécialisé en mathématiques doit comporter au moins 65 crédits en mathématiques, dont au moins 48 dans les cours de base des mathématiques et au moins 12 crédits de cours distincts d'application. Dans le cas d'un programme spécialisé en mathématiques appliquées, ce sont évidemment ces deux derniers chiffres qui doivent être modifiés de façon importante. Peu importe les chiffres précis auxquels on arriverait ainsi en informatique, il est évident que 50 crédits dans le champ de l'informatique, sans compter les cours de base en mathématiques, constituent à toutes fins pratiques un programme

spécialisé en informatique, du moins au sens de l'O.S.F. Le Conseil des universités définit un programme spécialisé comme comportant au moins 60 crédits dans la discipline ou le champ d'études. Dans le cas que nous considérons, il n'a jamais été explicité si les cours de base en mathématiques devaient être comptés dans les 60 crédits, non plus d'ailleurs que les cours de base en mathématiques dans un éventuel programme spécialisé en statistiques ou dans un autre domaine d'application des mathématiques. Chaque domaine, nous le répétons, est sûrement spécifique à cet égard. Quoiqu'il en soit, 50 crédits dans le champ de l'informatique, sans compter les cours de base en mathématiques, nous semblent constituer un programme qui se rapproche beaucoup, s'il ne l'atteint pas, du programme spécialisé en informatique, au sens du Conseil des universités.

12.3 Les programmes d'études supérieures

12.3.1 Les programmes actuels: clientèles et diplômés

On trouvera aux tableaux 12.3 et 12.4 les nombres de diplômés et les clientèles des programmes de maîtrise et de Ph.D. respectivement. Ces données sont celles qui ont été recueillies par l'O.S.F.

On peut trouver des informations complémentaires dans les cahiers de statistiques de CAGS (11). Ces cahiers permettent de suivre l'évolution des clientèles et des nombres de diplômés aux études supérieures, tant au Québec, que dans

---

(11) Canadian Association of Graduate Schools

les autres régions du Canada. Le tableau 2.1 de la 2ième partie du dossier Mathématiques de l'O.S.F. reproduit ces chiffres pour la période allant de 1969-70 à 1972-73. Ce tableau indique, au Québec, une chute des inscriptions en maîtrise pour 1972-73, de même que du nombre de diplômés en 1972. Ces chutes ne sont dues qu'au fait que les inscriptions au "Master of Teaching of Mathematics" de Sir George Williams ne sont alors pas comptées (elles étaient de 78), non plus que les diplômés (26). Le dernier cahier de statistiques de CAGS (1974) rétablit la situation sur ce point pour l'année suivante et permet évidemment d'ajouter une année au tableau.

La cohérence entre les données de CAGS et celles qui ont été recueillies par l'O.S.F. est excellente pour les diplômés. Pour les clientèles, les chiffres de CAGS sont systématiquement plus faibles, jusqu'à 10 et même 20%, que ceux qui ont été fournis à l'O.S.F. Il s'agit vraisemblablement là de différences provenant des critères utilisés. Quoiqu'il en soit, puisque les chiffres de CAGS couvrent une période plus longue pour les clientèles (5 ans) que ceux de l'O.S.F., et puisqu'ils permettent une comparaison avec le reste du Canada, ce sont ceux-là que nous utiliserons dans un premier temps, pour faire une analyse globale du sous-secteur.

Il faut noter au départ que les données de l'O.S.F. identifient dans la clientèle totale le nombre de nouvelles inscriptions, ainsi que, dans le cas du Ph.D., le nombre d'inscriptions en rédaction de thèse. Les données de CAGS

par contre séparent les clientèles en temps complet et temps partiel; cette dernière catégorie comprend donc à la fois les inscriptions à temps partiel dans les programmes où cela est possible, ainsi que les inscriptions en rédaction de thèse. L'inscription en rédaction de thèse correspond elle-même à des réalités assez variées selon les cas: elle signifie essentiellement que l'étudiant a fini de payer les frais de scolarité attachés à son grade; il peut être encore aux études à plein temps ou, à la limite, avoir terminé son travail et n'avoir pas encore déposé son mémoire ou sa thèse, tout en occupant un poste plein temps ailleurs.

TABLEAU 12.4: Clientèles et diplômés des programmes de Maîtrise dans le sous-secteur Mathématiques, au Québec

	diplômés						clientèles			
	69	70	71	72	73	74	A71	A72	A73	A74
Laval	6	1	3	3	2	1	23	26	34	29
Montréal - Math.	19	30	22	10	20	11	57	48	52	
- Rech. Op.	0	0	0	0	0	18	7	15	20	
Sherbrooke - Math.	1	0	1	4	10	7	16	25	18	14
- Psychom.	0	0	0	0	2	0	3	2	1	1
- ens. math. À l'élém.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
UQAM - math										
- math. ap.	0	0	0	0	0	0	0	13	17	20
- ens. math.										
total francophone	26	31	26	17	34	37	101	118	131	
McGill - math.										
- math. ap.	21	17	12	21	14	10	48	46	43	42
- stat.										
Concordia - math.	0	0	0	0	0	8	0	29	49	40
- M.T.M.	12	20	28	26	24	8	95	78	73	81
total anglophone	33	37	40	47	38	26	143	153	165	163
Grand total	59	68	66	64	72	63	244	271	296	

TABLEAU 12.5: Clientèles et diplômés des programmes de Ph.D. dans le sous-secteur Mathématiques, au Québec

	diplômés						clientèles			
	69	70	71	72	73	74	A71	A72	A73	A74
Laval	0	0	1	0	0	0	5	6	1	7
Montréal - Math.	4	5	3	3	9	2	52	57	49	-
- Rech.Op.	0	0	0	0	0	3	10	13	12	
Sherbrooke	0	0	0	1	1	0	2	4	2	1
total francophone	4	5	4	4	10	5	69	80	64	
McGill	10	5	5	9	3	1	41	39	32	32
Grand total	14	10	9	13	13	6	110	119	96	

Analyse des données

Le nombre de diplômés au niveau de la maîtrise, au Québec, est très voisin, depuis plusieurs années, de 65 par an, ce qui représente 23% de l'ensemble du Canada (280 par an en moyenne depuis 5 ans). Par contre la clientèle au Québec (inscriptions à temps complet et à temps partiel) représentait en moyenne 35% de celle de l'ensemble du Canada durant cette période.

Le nombre de diplômés au niveau Ph.D., au Québec, est de 12 par an en moyenne depuis 5 ans, ce qui représente 15% de l'ensemble du Canada (76 par an en moyenne depuis 5 ans). Par contre la clientèle au Québec (inscriptions à temps complet et à temps partiel) représentait en moyenne 20% de celle de l'ensemble du Canada durant cette période.

Les différences entre proportions de clientèles et proportions de diplômés peuvent paraître surprenante à première vue. Au niveau de la maîtrise, la clientèle au Québec semble amplement suffisante pour assurer une production de diplômés proportionnellement équivalente à celle de l'ensemble du Canada; dans les faits, la production est beaucoup plus faible que cela.

Pour l'expliquer, il faut tenir compte du phénomène "temps partiel" et de la spécificité que ce phénomène semble avoir au Québec. L'analyse des données de CAGS révèle que le pourcentage des inscriptions à temps partiel aux études supérieures

en mathématiques, tant au Québec que dans l'ensemble du Canada, a augmenté de façon régulière durant cette période de 5 ans, allant de 69-70 à 73-74, pour atteindre, particulièrement au Québec, des valeurs très élevées. Le tableau suivant montre l'ampleur de cette évolution, en présentant la variation du pourcentage des temps partiel dans les inscriptions, durant la période de 69-70 à 73-74, selon les données de CAGS.

	QUEBEC	CANADA
M.Sc.	de 48 à 59%	de 26 à 39%
Ph.D.	de 28 à 40%	de 12 à 21%

L'évolution dont témoigne le tableau se traduit par un gonflement progressif des clientèles et par un abaissement apparent de la productivité des programmes: nombre de diplômés par an divisé par le nombre d'inscriptions. En fait, en moyenne, chaque étudiant figure plus longtemps sur la liste d'inscription au programme.

En conclusion de cette analyse de la clientèle et des nombres de diplômés du sous-secteur en comparaison avec l'ensemble du Canada, il se dégage que

a) la disproportion entre clientèle et diplômés au Québec s'explique par le grand nombre d'inscriptions à temps partiel (dont la plupart sont techniquement en rédaction de thèse) et témoigne d'un allongement progressif de la période s'écoulant entre la première inscription et l'obtention du diplôme, phénomène qui semble prendre plus d'importance au Québec que dans l'ensemble du Canada.

b) il n'est pas possible de distinguer dans cet "allongement des études" la part qui serait imputable à la quantité de travail requise pour compléter le programme de la part imputable au fait que les étudiants prennent souvent un emploi avant d'avoir terminé leurs études ou reviennent aux études sans quitter leur emploi.

c) les clientèles actuelles au Québec doivent donc être corrigées pour tenir compte du phénomène "temps partiel" et apparaissent en fait insuffisantes pour assurer une production de diplômés équivalente proportionnellement à celle de l'ensemble du Canada, et particulièrement au niveau Ph.D. Le sous-secteur est donc sous-développé au niveau des études supérieures, eu égard à la population du Québec. Par rapport au reste du Canada, le rapport des populations ferait prévoir pour le Québec 85 M.Sc. par an en moyenne (au lieu de 65) et 25 Ph. D. par an en moyenne (au lieu de 12). La comparaison avec les USA laisserait prévoir des chiffres encore beaucoup plus considérables: 150 M.Sc. et 35 Ph.D.

Analyse des données de l'O.S.F.

En plus de cette analyse globale, il convient de regarder ce qui se passe à l'intérieur même du sous-secteur mathématiques au Québec. Les données de l'O.S.F. permettent de le faire.

La situation de sous-développement que nous avons noté au niveau de la comparaison de l'ensemble du sous-secteur québécois à l'ensemble du Canada apparaît encore beaucoup plus marquée si on étudie le cas de l'ensemble des institutions francophones dans le Québec.

La production québécoise, au niveau maîtrise, se distribue de la façon suivante. Des 65 maîtrises décernées annuellement au Québec, les universités francophones en décernent 25 en moyenne depuis plusieurs années, environ 40% par conséquent (12). Au point de vue clientèle ("Analyse" p. 131) les institutions francophones représentent 45% des inscriptions totales. La situation de sous-représentation des institutions francophones semble donc vouloir se perpétuer, du moins dans le proche avenir.

Au niveau du doctorat, le nombre de Ph.D. décernés par les universités francophones représente à peu près la moitié de la production totale depuis quatre ou cinq ans (13). Les inscriptions dans les universités francophones par contre représentent près de 70% du total (plus de la moitié de ce 70% est constitué d'inscriptions en rédaction de thèse). Le nombre d'inscriptions en rédaction de thèse à McGill (la seule institution anglophone possédant un programme de Ph.D.) n'a pas été fourni séparément à l'O.S.F.

Notons que la production de l'ensemble des institutions anglophones du Québec au niveau des études supérieures (40 MSc et 6 Ph.D. par an pour un million de population) non seulement dépasse la proportion démographique de l'ensemble du Canada (qui prévoirait 14 M.Sc. et 4 Ph.D.), mais dépasse également la proportion USA au niveau maîtrise (25 M.Sc.) et l'atteint au niveau Ph.D.

---

(12) Dossier Mathématiques de l'OSF, 1ère partie, p. 136

(13) Dossier Mathématiques de l'OSF, 1ère partie, p. 137

La poursuite aux études supérieures en mathématiques

Nous venons d'analyser les nombres d'inscriptions et de diplômés d'un point de vue démographique. Ces nombres sont faibles dans l'ensemble des institutions francophones. Il importe également de considérer le phénomène d'un autre point de vue, celui de la poursuite aux études supérieures en mathématiques des détenteurs d'un premier diplôme dans cette discipline. L'étude N° 3 de l'O.S.P. (14) permet de le faire et de comparer les mathématiques aux autres disciplines à cet égard.

La poursuite des études au doctorat, dans la même discipline que le B.Sc. a suivi, pour l'ensemble du secteur des sciences fondamentales, tant chez les francophones que chez les anglophones, l'évolution suivante. De l'ordre de 40% qu'il était vers 1960, le taux en est passé graduellement à 10% environ récemment.

Dans le secteur francophone, cette chute a été plus brutale en mathématiques et s'est fait sentir plus vite: le taux de poursuite est passé de 50% en 1960 à 10% environ vers 1965 et se situe présentement vers 5%.

Dans le secteur anglophone, le pourcentage des B.Sc. en mathématiques ayant poursuivi au doctorat en mathématiques est très faible et il l'a toujours été. En moyenne, il a été inférieur à 10% et il est de l'ordre de 5% depuis plusieurs années. Par contre avant 1960 près de 30% des B.Sc. en mathématiques dans les institutions anglophones

---

(14) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, Etude particulière N° 3 de l'O.S.P.

entreprenait un doctorat en dehors des mathématiques. Encore maintenant, il y a autant de B.Sc. en mathématiques qui poursuivent au doctorat dans une autres discipline qu'en mathématiques. Ce phénomène n'a jamais eu d'importance comparable en milieu francophone.

Ces taux de poursuites à la maîtrise et au doctorat, de 20% et 5% respectivement, n'ont rien d'alarmant en soi, en mathématiques. Aux USA et dans l'ensemble du Canada, il y a en moyenne un Ph.D. en mathématiques pour quatre M.Sc., c'est-à-dire le même rapport qu'entre les taux de poursuite au Québec. De même, aux USA, au début des années 70 (15), on décernait en sciences physiques 1 Ph. D. pour 5 B.Sc., 1 pour 10 en sciences biologiques et 1 pour 20 en mathématiques et statistiques. Ce dernier rapport est identique au 5% de poursuite au Ph.D. en mathématiques observé au Québec.

Si ce taux de poursuite restait stable durant plusieurs années, compte tenu de ce que la très grande majorité des étudiants inscrits au Ph.D. réussissent leurs études, on arriverait à un régime de croisière de 1 Ph.D. pour 20 B.Sc. en mathématiques, comme ailleurs. Ce n'est pas le cas. Au contraire, malgré l'augmentation du nombre de B.Sc., la production de Ph.D. en mathématiques au Québec (tout comme celle des M.Sc.) est stationnaire depuis plusieurs années en nombres absolus, à un niveau faible. Au début des années 60, le taux de poursuite aux études supérieures en mathématiques, dans les institutions francophones, était très élevé, beaucoup plus élevé qu'ailleurs.

---

(15) Dossier Mathématiques de l'O.S.A., 2ième partie, p. 42.

Si ce taux de poursuite s'était maintenu, l'augmentation du nombre de B.Sc. aurait donné une clientèle considérable au Ph.D., plus considérable qu'ailleurs relativement. Cela ne s'est pas produit. Au contraire le taux de poursuite aux études supérieures en mathématiques, spécialement au Ph.D., a beaucoup baissé depuis 1960, dans les universités francophones, il a baissé aussi rapidement que le nombre de diplômés de premier cycle a augmenté. Cette baisse, combinée à l'allongement des études provenant des inscriptions à temps partiel, amène la production de Ph.D., non pas à 1 pour 20 B.Sc. comme le taux de poursuite le laisserait supposer, même à sa valeur actuelle de 5%, mais à 1 pour 30 B.Sc. dans l'ensemble du Québec et à 1 pour 40 B.Sc. dans l'ensemble des institutions francophones.

12.3.2 Objectifs et organisation des études supérieures

Les programmes de Maîtrise

La grande majorité des étudiants inscrits aux études supérieures en mathématiques s'arrêtent après la maîtrise. Depuis plusieurs années, au Québec, il y a en moyenne 1 Ph.D. décerné pour 5 M.Sc. Aux USA et dans l'ensemble du Canada, ce rapport n'est pas très différent; il est de l'ordre de 1 à 4 comme nous l'avons vu plus haut.

Par ailleurs, comme on le dit l'auteur du dossier mathématiques de l'O.S.P., ces étudiants se dirigent vers une carrière "orientée" vers les mathématiques où ils seront utilisateurs mais pas nécessairement créateurs de mathématiques" (16).

---

(16) Dossier mathématiques de l'O.S.P., 3ième partie, p. 24.

Il est donc normal, comme l'O.S.F. l'a recommandé, que la maîtrise soit revalorisée en tant que programme autonome, tant au niveau des objectifs que de l'organisation, dans le sens indiqué au chapitre 5, en particulier que les études de maîtrise soient structurées en programme couvrant un champ de spécialisation assez large dans un domaine d'application, avec une perspective de préparation au travail.

Les programmes de Ph.D.

Comme le dossier mathématiques de l'O.S.F. en fait état à plusieurs reprises, la définition des objectifs du Ph.D. en mathématiques est présentement l'objet de nombreuses remises en question. La transposition des programmes traditionnels à la situation actuelle présente des problèmes dont certains sont probablement liés à la nature même de la recherche en mathématiques, et d'autres à la nature du marché du travail. Pour y remédier, certains proposent de mettre l'accent durant les études de Ph.D. moins sur l'originalité des découvertes que sur l'utilisation des mathématiques au niveau des applications.

Il n'est évidemment pas sage de faire des modifications trop brusques, mais l'attentisme complet n'est pas une meilleure solution. Par ailleurs, les modifications recommandées par l'O.S.F. au niveau du baccalauréat et de la maîtrise auront déjà pour effet, au niveau du doctorat de changer l'attitude de l'étudiant à l'égard de l'insertion de sa discipline dans le concret.

Dans cette optique, rappelons que l'O.S.P. a recommandé que le doctorat, en mathématiques comme dans les autres disciplines,

- continue d'être à base de recherche, mais que cette recherche soit autant que possible orientée vers les domaines d'applications du champ de spécialisation,

- et que les études de Ph.D. soient structurées en programmes bien identifiés comprenant, outre la recherche, un ensemble équilibré de cours et autres activités, ouvrant la formation du candidat à l'ensemble de son champ de spécialisation et des champs connexes, ainsi que de leurs applications, dans une perspective de préparation au travail, tel qu'indiqué au chapitre 6.

Dans cet esprit, il y aurait lieu de considérer la suggestion du doctorat en plusieurs parties du paragraphe 6.2.1 et d'utiliser comme sujet de recherche non pas seulement des raffinements de mathématiques pures mais également des problèmes venant de l'extérieur des mathématiques, entre autres des autres facultés ou départements ainsi que des milieux non universitaires, dans l'optique de ce qui se fait à l'Université de Waterloo (17).

---

(17) Dossier mathématiques de l'O.S.P., 3ième partie, p. 27.

12.3.3 Répartition des programmes d'études supérieures dans les institutions universitaires

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, le nombre d'institutions décernant des grades supérieurs dans le sous-secteur est proportionnellement plus faible au Québec que dans l'ensemble du Canada.

De plus, en consultant les tableaux 12.3 et 12.4, on constate que de nombreux programmes, tant à la maîtrise qu'au doctorat, ont une production très faible.

Il se pourrait qu'on augmente le nombre de diplômés en augmentant le nombre d'institutions décernant des grades supérieurs.

Mais c'est plutôt, tant à la maîtrise qu'au doctorat, en structurant des programmes bien identifiés, ouverts sur le contexte socio-économique et dont les objectifs apparaîtraient plus concrètement qu'on peut espérer attirer davantage d'étudiants. Il va de soi qu'une telle modification exige le concours de mathématiciens oeuvrant en situations concrètes, comme en témoigne la recommandation 5.2 de l'O.S.F.

Nous rappelons à cet égard que l'O.S.F. a recommandé:

- que chacune des institutions offrant un programme de maîtrise ou de doctorat choisisse quelques champs de spécialisation autour desquels soient structurés ces programmes d'études supérieures, selon le modèle recommandé aux chapitres 5 et 6.

- que le Comité des programmes, en collaboration avec la Commission de la recherche universitaire, veille à la coordination de l'ensemble des champs de spécialisation ainsi choisis.

12.4 La recherche en mathématiques

12.4.1 Les champs de spécialisation

Il existe au Québec deux centres de recherche en mathématiques: le Centre de recherches mathématiques de Montréal et le Centre de recherches en Psychomathématiques de Sherbrooke. Ils constituent les seuls regroupements de chercheurs universitaires dans le sous-secteur, le premier étant le seul important en nombre.

Comme nous l'avons souligné au chapitre 10, les mathématiques constituent en effet un sous-secteur un peu particulier à cet égard. En partie parce que la recherche en mathématiques n'est généralement pas liée à de grosses installations et en partie à cause de la forme qu'elle a traditionnellement prise, la recherche, dans les départements, se fait essentiellement selon la formule de professeurs oeuvrant individuellement dans leur spécialité et dirigeant leurs groupes d'étudiants aux études supérieures. Il n'y a que peu de regroupements de professeurs en champs de spécialisation.

Les champs de spécialisation en recherche sont donc moins visibles que dans d'autres sous-secteurs. Il y a un effort à faire pour corriger cette situation,

- pour ouvrir les activités de recherche sur le contexte socio-économique,

- pour aboutir à un regroupement des activités de recherche, tel qu'indiqué au chapitre 10,

- pour en arriver à structurer des programmes de maîtrise et de doctorat qui rencontrent les objectifs décrits aux chapitres 5 et 6.

Nous rappelons que l'O.S.P. a déjà recommandé:

- que chaque institution, en relation avec ses axes de développement et avec ses programmes de doctorat, choisisse quelques champs de spécialisation donnant lieu à des regroupements majeurs, et qu'elle les fasse reconnaître comme tels par le ministère de l'Education,

- que la Commission de la recherche universitaire continue à veiller à la cohérence des activités en recherche de base dans l'ensemble du système universitaire.

Chaque institution décidera dans sa planification interne, de la place relative qu'elle désire accorder au développement des mathématiques dans l'ensemble de ses activités. Une institution pourtant est singulière à cet égard. En effet, suite à l'Opération Grandes Orientations, l'Université de Montréal s'est vu reconnaître comme grand axe de développement les mathématiques et l'informatique. Il y aurait lieu que cette institution fasse connaître le plan concret et détaillé de développement qu'elle entend suivre à cet égard.

12.4.2 Les subventions de recherche

Au niveau des subventions de recherche, on peut noter que, en 1972-73, les subventions pour dépenses courantes du Conseil national de Recherche du Canada au Québec représentaient 19% de l'ensemble du Canada; des subventions aux chercheurs du Québec, 48% allait aux institutions francophones et 52% aux institutions anglophones.

Par contre, l'ensemble des subventions fédérales au Québec, comprenant en plus des précédentes la subvention au Centre de Recherche Mathématiques de Montréal, représente 26% de l'ensemble du Canada: 75% aux institutions francophones et 25% aux institutions anglophones. Globalement les subventions au Québec semblent donc comparables à celles qui sont distribuées aux USA:

USA	40 millions en 1973
CANADA	3,5 millions en 1972-73
QUEBEC	0,9 millions en 1972-73

Dans cette situation globalement normale, il y a une singularité que l'on aura remarquée: une part importante des subventions de recherche en mathématiques va au Centre de recherches mathématiques de Montréal. Sans la présence de ce centre, la situation globale serait loin d'être normale.

Notons que le programme FCAC représentait en mathématiques, en 1972-74, 15% du montant des subventions pour dépenses courantes du CNRC. Cette proportion est en hausse pour 1974-75.

12.4.3 Perspectives d'avenir

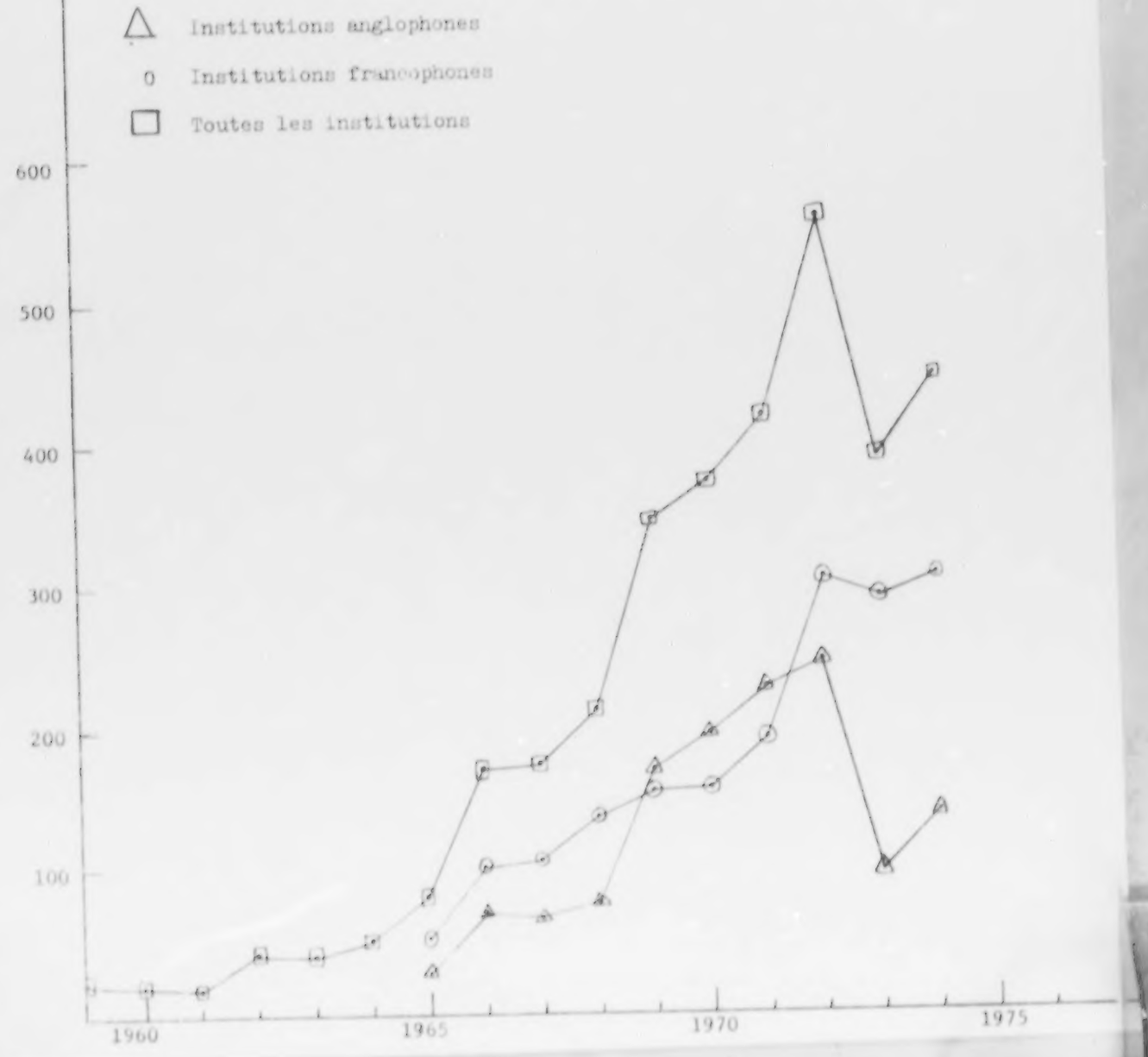
Il est évident que les champs de spécialisation ayant un domaine d'application important doivent se développer au Québec. Il faut noter en disant cela que l'expression "mathématiques appliquées" peut englober des réalités assez variées allant du développement des mathématiques elles-mêmes à leur utilisation en situation concrète. Nous retrouvons ici la dichotomie épistémologique-opératoire. La première partie de ce spectre est le coeur même des activités du Centre de recherches mathématiques de Montréal par exemple. On peut en effet lire, dans le rapport annuel du directeur de ce Centre, 3 septembre 1974, p. 71: "Le Centre se donne pour mission essentielle la recherche fondamentale dans les secteurs des mathématiques appliquées et des mathématiques qui conduisent directement à des applications."

Le Québec ne peut que se féliciter d'avoir un centre comme celui-là, générateur d'activités de haute qualité au point de vue mathématiques et qui ne peut que féconder l'ensemble des activités scientifiques.

Par contre, la partie plus opératoire des mathématiques appliquées, plus proche des utilisations courantes, et qui implique moins le progrès des mathématiques que la façon de les rendre utilisables, est celle sur laquelle doit porter le prochain effort. Et ce tant au niveau des activités de recherche et des programmes de maîtrise et de doctorat, qu'au niveau des programmes de baccalauréat.

OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

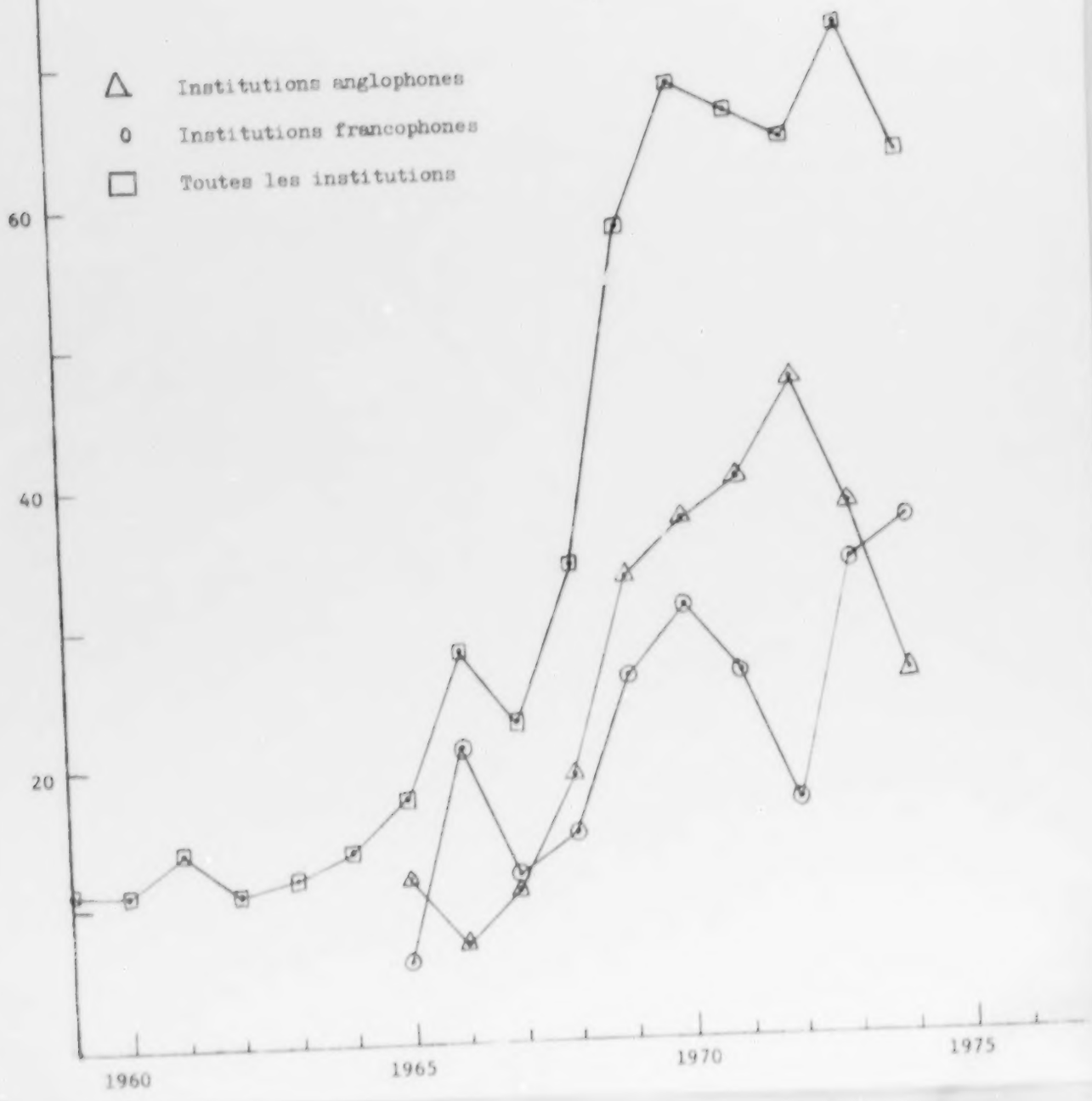
Evolution du nombre de diplômés
du premier cycle en mathématiques



440

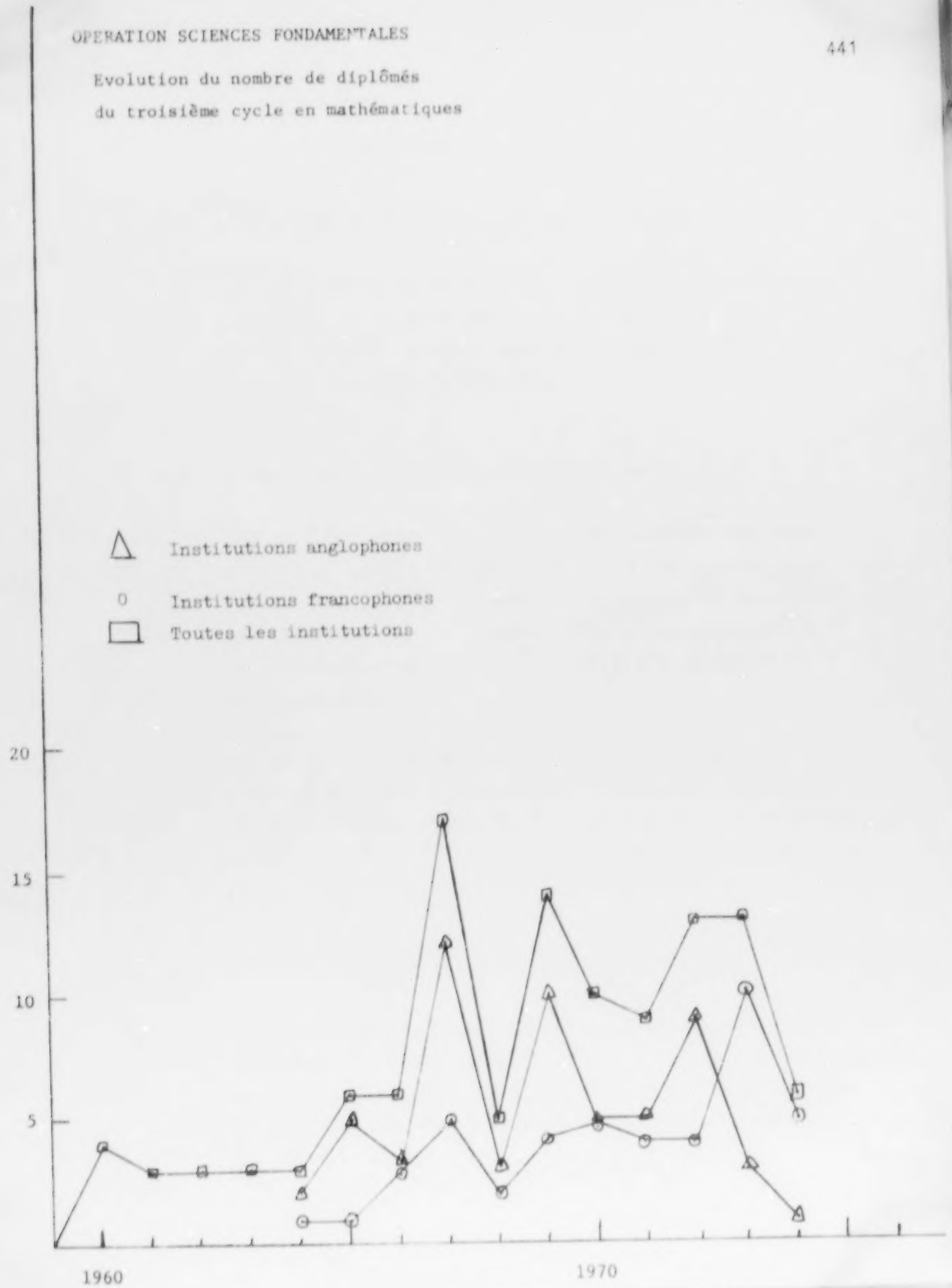
OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

Evolution du nombre de diplômés
du deuxième cycle en mathématiques



OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

Evolution du nombre de diplômés
du troisième cycle en mathématiques



RECOMMANDATIONS

12.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités s'efforcent d'offrir des programmes de premier cycle en mathématiques qui soient orientés vers le contexte socio-économique et ainsi susceptibles d'attirer davantage d'étudiants.

12.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, dans les différents domaines des mathématiques appliquées, les universités offrent selon les besoins des programmes distincts et identifiés comme tels, tant au niveau des objectifs que de l'organisation, et non seulement de simples cheminements ou concentrations à l'intérieur de grands ensembles,

ET que, pour ces programmes, les universités songent à la création de cadres administratifs d'enseignement distincts là où ils n'existent pas et où on peut penser qu'ils favoriseraient le développement de ces programmes selon leur dynamisme propre et leurs objectifs particuliers.

12.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités s'assurent que les cours de service en mathématiques soient spécifiques à la clientèle, et qu'elles encouragent les professeurs appelés à donner ces cours à se familiariser avec la discipline dans le cadre de laquelle ils les dispensent.

12.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Concordia, dans une optique d'utilisation optimale de ses ressources en mathématiques, en fasse le regroupement dans une seule unité départementale, en vue d'offrir les deux types de programmes recommandés par l'O.S.F. et de façon à éviter les dédoublements inutiles des cours et autres activités pédagogiques, sauf dans les cas qui se présentent normalement dans toute institution universitaire.

12.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Bishop's abandonne son programme de 1er cycle en mathématiques et consacre ses ressources dans cette discipline à un enseignement de service dans ses divers programmes.

12.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université de Montréal

i) évalue comme un projet pilote son programme de baccalauréat en informatique, orientation recherche opérationnelle, dans le but d'estimer

- le bien fondé de l'identification de la recherche opérationnelle comme discipline distincte de formation au premier cycle

- le degré d'autonomie que doit prendre la recherche opérationnelle au niveau des structures d'enseignement

ii) fasse rapport à ce sujet, en 1976, au Comité des programmes

12.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Comité des Programmes

i) procède à un examen des principaux programmes en mathématiques appliquées,

ii) suggère, en collaboration avec les institutions, les additions de programmes requises pour combler les lacunes,

iii) apporte une attention toute particulière à la création de programmes autonomes en statistiques, étant donné la grande visibilité de ce domaine et son importance.

12.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le programme spécialisé en mathématiques, série F (Mathématiques et Informatique), de l'UQAM, ainsi que le programme spécialisé en mathématiques (Informatique) de Sherbrooke, susceptibles de constituer, par le jeu des options, des programmes spécialisés en informatique, ce qui viendrait en contradiction avec les recommandations de l'OSA, soient abandonnés, et que l'informatique, par ses applications, serve dans les programmes spécialisés en mathématiques, dans des proportions compatibles avec la recommandation 4.4.

12.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université de Montréal, suite au choix d'un axe Mathématiques-Informatique dans le cadre des Grandes Orientations de l'Enseignement supérieur, fasse connaître au Conseil des Universités le plan concret de développement.

12.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le ministère de l'Education, sans négliger les autres aspects des mathématiques, reconnaisse comme prioritaire le développement des mathématiques appliquées de type opératoire, tant dans les activités de recherche que dans les activités d'enseignement, c'est-à-dire aussi bien au niveau du Comité des programmes qu'à celui du programme de subventions FCAC.

CHAPITRE 13 - LA PHYSIQUE

13.1 Introduction

La physique n'a pris vraiment son essor dans l'ensemble des universités québécoises qu'à partir du début des années 60. La production des diplômés, notamment dans les universités francophones, a connu jusqu'au début des années 70 une augmentation remarquable dans les 3 cycles. Depuis, après une certaine baisse, on semble assister à une stabilisation de la clientèle et à un développement plutôt qualitatif des activités, marquant par ailleurs fortement le pas, au 2e et au 3e cycle, par rapport à l'ensemble du Canada.

Trois grands départements: Laval, McGill et Montréal, ont atteint des dimensions et des niveaux d'activité comparables à ceux des universités étrangères de réputation mondiale. A côté de départements moyens (Concordia et Sherbrooke) la création de l'Université du Québec a implanté, par des programmes d'enseignement et des groupes de recherche, quatre nouveaux noyaux de physique universitaire (UQAM, UQAC, UQTR, UQAR) en plus de l'INRS où plusieurs physiciens participent à des programmes interdisciplinaires de recherche appliquée.

L'état actuel de la physique peut être interprété différemment suivant les modes de comparaison employés. Si l'on se réfère par exemple à la répartition géographique des maîtrises et doctorats décernés au Canada durant les dernières années, le Québec ne détient que 13% de la production des diplômés de 2e cycle et 10% de celle des doctorats. Les

subventions du Conseil national de recherche du Canada aux universités accusent également une certaine disproportion (21,8% des subventions totales accordées en physique au Canada, pour 28% de la population).

Cependant, si l'on compare la production des diplômés de 1er cycle du Québec à celle des Etats-Unis, selon des données très récentes de l'American Institute of Physics, qui signale 4900 baccalauréats décernés en 1974, cela donnerait 140 diplômés pour le Québec avec 35 fois moins de population, ce qui correspond tout à fait à la moyenne récente constatée au Québec.

D'une manière générale le Québec prépare donc proportionnellement autant de physiciens au premier cycle que les Etats-Unis. Mais au troisième cycle, il accuse nettement du retard; la situation à cet égard pour l'ensemble du Canada étant très semblable à celle des Etats-Unis, c'est donc au niveau des activités de recherche et des études supérieures qu'il y a disproportion au Québec.

Il est vrai aussi que la visibilité des physiciens est nettement moindre, surtout sur le marché du travail, que celle des chimistes par exemple. Cette absence d' "image publique" de la physique, et par conséquence du physicien, est une des constatations majeures du Comité de Travail de l'ACFAS sur la physique au Québec (Rapport final, avril 1975). Bien que les physiciens, outre les secteurs de l'éducation et de la recherche universitaire se retrouvent dans des emplois très divers, l'absence d'une définition claire de la fonction de physicien ne facilite pas leur identification. Cette

absence d'une perception professionnelle de l'activité des physiciens se reflète aussi dans les programmes de formation, même si par nature les domaines d'intérêt en physique sont diversifiés et très ouverts aux orientations appliquées. Il serait souhaitable que cette disponibilité latente propre aux physiciens puisse déboucher sur des réalisation concrètes, notamment dans les programmes de formation mais également dans la recherche.

13.2 Le premier cycle

13.2.1 Les programmes

Dans l'étude d'analyse du dossier Physique de l'O.S.P., la compilation très ventilée des programmes de premier cycle, aboutissant à 49 cheminements, donne une image quelque peu excessive de la variété offerte dans les universités. En fait, toutes les universités québécoises ont plus d'un programme de premier cycle, mais ce sont les programmes spécialisés en physique de base qui possèdent des clientèles significatives ainsi que les programmes "Major" des universités anglophones.

La fréquentation des cheminements autres que spécialisés est faible ou inexistante et l'on doit constater que l'étudiant choisit d'abord la voie bien établie. Les formules majeure-mineure offertes ne semblent pas répondre à des besoins si l'on en juge par le peu d'intérêt que leur portent les étudiants. Ces programmes bidisciplinaires manquent d'objectifs propres et sont pour la plupart des combinaisons à partir de banques de cours disponibles, ne possédant pas ainsi le dynamisme caractérisant les programmes effectivement suivis.

Les programmes de formation des maîtres, majeure en Physique, mineure en Psychopédagogie, n'attirent guère d'étudiants: une quarantaine d'inscriptions en 1974-1975 pour l'ensemble des universités québécoises, dont trente dans les constituantes de l'Université du Québec. Le problème de la formation des maîtres n'est d'ailleurs pas spécifique à la physique. Il convient de l'examiner dans son contexte entier tel qu'il est exposé au chapitre 7.

Quant aux objectifs généraux des programmes actuels de premier cycle, on doit admettre qu'ils sont essentiellement épistémologiques, c'est-à-dire axés sur la préparation de l'étudiant pour qu'il devienne un physicien capable de poursuivre ses études au niveau gradué. Cette formation strictement disciplinaire devrait pourtant se préoccuper des aspects plus appliqués, voire professionnels, de la physique. Tout en admettant que l'assimilation des principes fondamentaux de la physique est à la base de tout programme de premier cycle en physique, on ne doit pas négliger le fait qu'une grande partie des diplômés ne poursuit pas des études au niveau supérieur. Même ceux qui poursuivront des études à la maîtrise ne le feront pas nécessairement en physique.

Selon l'étude de l'O.C.F. sur les profils de carrière (1) le taux de poursuite des études de 2e cycle des diplômés de 1er cycle en physique est passé de 50% en 1965 à 30% en 1972 dans les universités francophones, et durant la même période de 40% à 35% dans les universités anglophones. L'évolution semble s'être stabilisée ces dernières années, ce qui permet d'estimer en moyenne à 35% la fraction des bacheliers entreprenant des études de deuxième cycle en physique au Québec.

---

(1) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, Etude particulière N° 3 de l'O.C.F., D.G.E.U., MEQ., 1976.

L'évolution du taux de poursuite des études de troisième cycle chez les diplômés de premier cycle en physique est beaucoup plus négative: d'une proportion d'environ 50% en 1965 le taux est passé au-dessous de 10% tant du côté anglophone que du côté francophone.

Parallèlement, les données pour 1974 de l'American Institute of Physics indiquent que 54% des bacheliers en physique des Etats-Unis se dirigent vers les études supérieures en physique, et 26% vers d'autres études graduées hors de la physique.

Par ailleurs, ceux des diplômés de premier cycle qui vont directement au marché de l'emploi n'oeuvreront pas durant leur carrière pour faire progresser la discipline comme telle, mais pour appliquer la physique à des problèmes technologiques, scientifiques ou d'enseignement dans des domaines comme l'instrumentation, les contrôles industriels, les services de santé, la météorologie et bien sûr l'enseignement. Toujours selon l'étude sur les profils de carrière, au Québec le premier emploi des diplômés en sciences fondamentales est dans l'enseignement pour 24% des diplômés anglophones, et pour 53,9% des diplômés francophones. Les professions scientifiques comme premier emploi correspondent à 41,2% dans le cas des anglophones, et à 35,4% pour les francophones. Chez les diplômés en physique ces proportions deviennent encore plus significatives; en effet 67,1% des francophones commencent leur carrière professionnelle dans l'enseignement, comme le font 42,5% des diplômés anglophones. Les professions scientifiques servant de premier emploi aux diplômés en physique représentent 30,1% des cas

chez les anglophones, et 24,7% chez les francophones. L'évolution de cette situation durant les dernières années permet de prévoir, pour l'ensemble des diplômés en physique au Québec, les proportions suivantes dans les possibilités de premier emploi: 65% dans l'enseignement, 25% dans des professions scientifiques et 10% dans d'autres professions.

Cependant, comme nous l'avons déjà signalé, les physiciens ne bénéficient ni d'une bonne visibilité sur le marché du travail, ni d'une définition claire des fonctions de travail, et cela malgré l'applicabilité et les champs d'intérêt de la physique. C'est sans doute là une conséquence directe du caractère fondamental de cette discipline. Au mieux, il y a confusion avec l'ingénieur, ce qui, tout en étant un constat positif des possibilités d'utilisation de la physique, constitue quand même une méprise.

Le programme de formation menant au baccalauréat spécialisé décrit au chapitre 4, propose un modèle qui permettrait aux futurs diplômés en physique d'être conscients, dès leurs années d'études, des possibilités d'application de leurs connaissances dans différents domaines d'activités. D'autre part, l'éventail très vaste des sujets de préoccupation de la physique devrait favoriser l'établissement de programmes plus souples, qu'on a appelé au chapitre 4 programmes avec majeure, de même qu'il pourrait servir de base scientifique à des programmes de formation orientés vers des activités para-scientifiques.

15.2.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés

D'après le dossier Physique de l'O.S.T., la clientèle au Québec en 1973, selon les inscriptions, s'établissait comme suit:

	Nombre	%
Universités francophones	397	69
Universités anglophones	175	31
Ensemble des universités	572	100

Pour les diplômés, les chiffres des deux dernières années qu'il y a lieu de considérer, puisque l'années 1973 est singulière dans le cas des institutiotns anglophones, sont les suivants:

	1972		1974	
	Nombre de B.Sc.	%	Nombre de B.Sc.	%
Universités francophones	139	69	94	65
Universités anglophones	59	31	50	35
Ensemble des universités	193	100	144	100

Après avoir atteint un maximum de 193 en 1972, le nombre des diplômés est brusquement retombé à 119 en 1973. Cette baisse, après une dizaine d'années d'augmentation continue, s'explique en grande partie par la chute de production particulière des universités anglophones cette année-là. Cependant, on constate aussi un recul de la production francophone, et le redressement de la situation en 1974 (144 diplômés) semble être plus près des prévisions réalistes. En effet,

compte tenu des fluctuations des dernières années et des variations prévisibles des clientèles collégiales, on peut prévoir une stabilisation de la clientèle et des diplômés. Le nombre de ces derniers tendrait vers les 150, ce qui se compare avantageusement, comme nous le signalions dans l'introduction, à la production annuelle des Etats-Unis (4900 en 1974). Par ailleurs, la répartiton des étudiants entre les universités anglophones et francophones est assez près de la normale.

Suite à ces considérations, on peut retenir plus particulièrement les faits suivants:

a) une grande partie des diplômés de premier cycle en physique ne poursuit pas des études en physique au niveau supérieur;

b) la visibilité des physiciens est faible sur le marché du travail, de même qu'ils ne bénéficient pas d'une définition claire de leurs fonctions de travail;

c) les programmes actuels du premier cycle n'assurent pas aux étudiants une véritable initiation aux applications de la physique;

d) la production actuelle et prévisible en physiciens diplômés de premier cycle est comparable à ce qui se fait à l'échelle des Etats-Unis; par conséquent il n'y a pas lieu de s'attendre à une augmentation appréciable des effectifs étudiants à ce niveau.

13.3 Le deuxième cycle

13.3.1 Les programmes

Des programmes de maîtrise en Physique sont offerts actuellement dans sept universités québécoises: McGill, Laval, Montréal, Sherbrooke, Concordia (SGW), Université du Québec à Trois-Rivières, Bishop's. Dans cette dernière institution cependant, le programme n'a aucun étudiant. Par ailleurs, on peut aussi considérer comme un programme de deuxième cycle en Physique la maîtrise en énergie de l'INRS, programme-réseau de l'Université du Québec auquel participent les constituantes de Trois-Rivières et de Chicoutimi.

Dans tous les cas, il s'agissait jusqu'à tout récemment de maîtrises classiques avec mémoire, basées sur un travail de recherche. Plus récemment, quatre universités ont introduit des maîtrises avec stage dans certains champs de spécialisation disciplinaires.

Le tableau suivant présente la liste des principaux champs de spécialisation auxquels sont associés les programmes de maîtrise des différentes institutions.

Université	Champ de spécialisation
Laval	Physique nucléaire
	Physique atomique et moléculaire
	Optique et laser

McGill	Physique du solide Physique des particules élémentaires Physique nucléaire Physique de la glace Physique des orages
Montréal	Astrophysique Physique nucléaire Physique des plasmas Physique du solide Physique théorique Biophysique
Sherbrooke (Fac. des sciences)	Physique du solide Physique atomique et plasmas Physique théorique
Sherbrooke (Fac. de médecine)	Electrobiologie Biophysique des macromolécules Physicochimie des membranes
Concordia (SGW)	Physique nucléaire Physique théorique Physique du solide
UQTR	Biophysique Physique atomique et moléculaire
INRS-UQAC-UQTR	Energie

L'existence actuelle dans la plupart des départements universitaires de tels champs bien définis traduit bien l'intention de la physique universitaire de relier ses programmes de formation spécialisée à des domaines où les activités de recherche sont cohérentes et productives. Semblables concentrations de potentiels devraient aussi prévaloir dans tout effort de développement, ainsi que dans l'élaboration de tout nouveau projet d'implantation de programme.

Il serait également souhaitable que les programmes actuels accentuent l'aspect opératoire et les applications de la physique. Aussi bien pour les maîtrises avec mémoire qu'avec stage, une plus grande insertion dans la pratique, avec un souci de préparation au marché du travail, peut être réalisable. Il ne faut pas perdre de vue qu'une partie des diplômés de 2e cycle ne fera pas de recherche après les études graduées. Dans le cas de la physique, comme pour les autres sous-secteurs, les propositions du chapitre 5 sont sûrement pertinentes à cet égard, qu'il s'agisse de formation appliquée ou disciplinaire.

Par ailleurs, au niveau de la maîtrise, la physique est certainement capable de s'intéresser à d'autres champs d'investigations hors de la physique. La spécialisation peut alors s'étendre au plan opératoire car l'initiation dépasse les connaissances et techniques fondamentales qui sont l'objectif du premier cycle. Ainsi, les domaines d'application de la physique comme la physique du globe ou géophysique fondamentale, la météorologie, l'écophysique, la physique de la basse atmosphère et l'océanographie offrent des activités concrètes qu'il faudrait prendre en considération.

13.3.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés

D'après le dossier Physique de l'O.C.E.P., le nombre total d'inscriptions à la maîtrise en physique à l'automne 1973 était le suivant:

	Nombre	%
Universités francophones	99	69
Universités anglophones	45	31
Ensemble des universités	144	100

Les nombres des diplômés en 1973 étaient les suivants:

	Nombre	%
Universités francophones	29	85
Universités anglophones	5	15
Ensemble des universités	34	100
Canada	187	
Québec/Canada	34/187	18

On peut constater que le nombre des diplômés est relativement faible par rapport à l'ensemble du Canada. L'auteur du dossier Physique de l'O.C.E.P. aboutit à la même conclusion: se référant au "1973 Statistical Report" de Canadian Association of Graduate Schools, il montre qu'en moyenne 13% des maîtrises seulement sont décernées au Québec par rapport à l'ensemble du Canada de 1970 à 1973. Il paraît donc y avoir de la place pour un plus grand nombre de diplômés, la clientèle étant suffisante, comme nous l'avons constaté en comparant avec les Etats-Unis, dans le paragraphe 13.1.1 portant sur le premier cycle en physique.

On peut également s'interroger sur le taux de production apparent des programmes de maîtrise. Pour une clientèle totale moyenne de 120 à 140 étudiants en maîtrise on tend vers 30 à 35 diplômés. Cependant, en tenant compte de la durée des études (la moitié de la clientèle totale est en rédaction de thèse) on peut dire que le taux apparent de production est égal à 50%.

En résumé, au niveau du deuxième cycle en physique nous constatons:

a) que la spécialisation ne peut tout au plus que s'amorcer au premier cycle; elle est donc l'objectif désigné des programmes de maîtrise;

b) que les possibilités offertes par le marché de l'emploi, pour des physiciens ayant acquis une spécialisation au 2e cycle, correspondent principalement à des besoins de type opératoire dans les domaines d'application de la physique;

c) que, selon les résultats de l'étude sur le profil de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec, la majorité des diplômés du 2e cycle en physique se dirigent directement vers le marché du travail, et que de ce fait la maîtrise doit être considérée avant tout comme un diplôme terminal;

d) qu'il existe des possibilités de développement de nouveaux champs de spécialisation, qui sont les domaines d'application de la physique, permettant la spécialisation au niveau de la maîtrise (géophysique, atmosphère...);

e) que le nombre des diplômés de 2e cycle en physique au Québec est trop faible, par rapport à l'ensemble des universités canadiennes.

13.4 Le troisième cycle

13.4.1 Les programmes

Cinq départements de physique universitaires offrent des programmes de doctorat: Laval, McGill, Montréal, Sherbrooke et Concordia (SGW). Outre ces cinq, l'Université du Québec a son programme-réseau de doctorat en énergie, auquel seule la constituante de Trois-Rivières participe quant à la physique, en plus de l'I.N.R.S.

On retrouve au niveau du doctorat les même quinze champs de spécialisation, presque tous disciplinaires, que pour la maîtrise. L'orientation de la formation est essentiellement axée sur la recherche, qui devient ainsi un but en soi, nonobstant le fait que le physicien diplômé oeuvrera rarement comme chercheur dans le seul domaine étroit de sa spécialisation. Les compétences qu'il acquiert devraient l'habiliter à élargir son champ d'activité. Il serait donc fort important qu'une réflexion se fasse en vue de la réorientation des programmes vers des nouveaux objectifs.

Un certain élargissement de la gamme des champs de spécialisation doit être également envisagé, sans qu'il y ait éparpillement. Ces nouveaux champs d'activité, comme pour le 2e cycle, pourraient favoriser le développement de

la physique avancée. Les domaines interdisciplinaires, énergie, atmosphère, géophysique, matériaux, où la physique est une des composantes majeures, pourraient facilement servir de base à la réorientation des programmes. Toutefois, il ne faudrait jamais perdre de vue les efforts et les ressources considérables que nécessitent les programmes de 3e cycle en physique, ou dans les domaines interdisciplinaires pouvant concerner la physique.

13.4.2 Les clientèles étudiantes et les diplômés

D'après les données du dossier Physique de l'O.C.F. les inscriptions totales au doctorat(incluant les étudiants en rédaction de thèse) étaient les suivantes à l'automne 1973:

	Nombre	%
Universités francophones	72	71
Universités anglophones	29	29
Ensemble des universités	101	100

Le nombre des diplômés de 3e cycle en physique, selon les données des universités de 1971 à 1973 s'établit dans les proportions suivantes:

	1971	1972	1973	total	%
Universités francophones	8	6	11	25	50
Universités anglophones	10	8	8	26	50
Ensemble des universités québécoises	18	14	19	51	100
Canada*	131	131	141	403	--
Québec / Canada	18/131	14/131	19/141	51/403	13

* "1973 Statistical Report" du C.A.G.S.

La répartition des étudiants inscrits entre les institutions anglophones et francophones semble être raisonnable. Par contre au niveau des diplômés deux anomalies doivent être soulignées. Premièrement, la production des universités francophones se situe nettement en dessous du taux qu'elle devrait atteindre par rapport à celle des universités anglophones du Québec. Deuxièmement, la production totale des diplômés au Québec est très faible par rapport à celle du Canada, alors que cette dernière est proportionnellement la même que celle des Etats-Unis (environ 1400 Ph. D. en physique par an ces dernières années, selon l'American Institute of Physics).

Il y a donc place ici encore pour une production plus élevée de diplômés et donc probablement pour une clientèle plus nombreuse dans les programmes existants, surtout dans les universités francophones, d'autant plus que c'est par la formation de cadres hautement qualifiés qu'il sera possible de répondre aux besoins correspondant à une évolution plus autonome de la physique avancée au Québec.

Après ces constatations nous retiendrons:

a) que les programmes actuels menant au doctorat en physique sont essentiellement orientés vers des domaines étroits de recherche, bien que le physicien diplômé n'oeuvrera pas nécessairement comme chercheur dans son domaine étroit de recherche, ni même dans son champ de spécialisation;

b) que la compétence acquise aux études de 3e cycle devrait permettre au physicien d'élargir son champ d'activité, même en dehors de la discipline proprement dite;

c) les besoins en physiciens hautement qualifiés, correspondant à un développement plus autonome de la physique avancée au Québec;

d) que la production québécoise en diplômés de 3e cycle en physique est très faible par rapport à l'ensemble du Canada;

e) que la production des institutions francophones est proportionnellement insuffisante.

13.5 La recherche

13.5.1 Le développement quantitatif de la recherche et les subventions

Dans l'étude d'analyse du dossier physique de l'O.S.F. on fait état de la répartition des subventions octroyées aux universités par le Conseil national de recherches du Canada. Pour l'année 1972-73 ces subventions n'ont atteint au Québec que 21,8% de la somme totale distribuée au Canada. Comparée à l'Ontario qui obtient 44% (avec 35% de la population), ou à l'Ouest (32% pour 26% de population) la part du Québec est donc faible.

Toujours en 1972-73, les subventions moyennes par chercheur subventionné se présentent comme suit:

	Subventions moyennes ($)
Universités francophones du Québec	7 247
Universités anglophones du Québec	10 361
Ensemble des universités du Québec	8 099
Ontario	10 620
Ouest	10 697
Canada	9 530

Si le secteur anglophone maintient une bonne moyenne à l'échelle nationale, les chercheurs des universités francophones du Québec sont nettement plus bas.

Le nombre des subventions accordées au Québec est également très inférieur à celui que reçoivent l'Ouest et l'Ontario. Il est évident qu'il se fait beaucoup moins de recherche en physique au Québec, ce qui peut entraîner des répercussions sur la production des diplômés de 2e et de 3e cycles.

Il serait donc impératif dans les institutions québécoises, et surtout dans les universités francophones, de développer des projets bien choisis de préférence dans les domaines d'application de la physique. Ici le programme FCAC du ministère de l'Education a un rôle de première importance à jouer, notamment au niveau des implantations et des subventions d'émergence, tel qu'il est explicité dans le chapitre 10, sur les objectifs et l'organisation de la recherche.

Nous considérons donc

a) Que la part des subventions octroyées par le Conseil national de la recherche en physique au Québec est insuffisante;

b) Que la répartition des subventions moyennes par chercheur laisse le Québec, et surtout les chercheurs francophones, loin derrière l'Ouest et l'Ontario;

c) Que les faiblesses quantitatives de la recherche se répercutent sur la production des diplômés de 2e et de 3e cycles.

13.5.2 Les champs de spécialisation de la recherche

Dans le dossier du sous-secteur physique de l'O.S.P., l'auteur retient une liste de 14 champs de spécialisation, où l'on retrouve les champs qui ont servi de base aux divers programmes d'études gradués en 1973-1974. Les chiffres relatifs à ces données ont probablement subi des changements depuis, mais restent quand même indicatifs. Il est possible aussi, que quelques professeurs aient été comptés plusieurs fois comme personnel de recherche.

Champs de spécialisation	Personnel de* recherche	Etudiants gradués	Subventions %
Astrophysique	5	6	1,0
Biophysique — Fac. de médecine	7	8	4,2
Biophysique — Fac. sciences	5	17	2,3
			6,5
Enseignement de la physique	5	1	0,1
Fusion thermonucléaire	10	9	6,2
Instrumentation	7	4	1,9
Optique	15	26	11,3
Particules élémentaires	23	15	6,0
Physique atomique et moléculaire	13	26	5,4
Physique nucléaire	54	62	36,1
Physique des plasmas	14	16	5,2
Physique du solide	33	45	10,1
Physique théorique	17	25	1,2
Sciences de l'atmosphère	19	8	7,7
Transport de l'électricité	14	12	1,2
	241	279	100%

* Professeurs, associés de recherche et boursiers post-doctorat.

La physique nucléaire est certainement la plus importante, autant par le nombre des chercheurs que par la somme des subventions. La physique du solide et l'optique viennent ensuite suivies à peu près également par d'autres champs concernant matière et énergie. La plupart des champs de spécialisation sont disciplinaires. On peut donc se demander si le rôle opératoire et l'applicabilité de ces champs sont suffisamment pris en considération dans les objectifs des projets. Pourtant, la biophysique et la physique atmosphérique montrent que les domaines d'applications en dehors de la physique proprement dite sont capables de développements considérables.

Un examen plus poussé ferait apparaître les regroupements, déjà établis dans les institutions, des spécialistes en équipes. Ces regroupements se sont faits souvent par affinité des personnes en place et par un recrutement sciemment orienté des chercheurs nouveaux. Il est vrai que le développement des champs de quelque envergure ne peut se faire par des moyens dispersés. A cet effet, la discussion des regroupements et de la coordiantion des champs de spécialisation dans le chapitre 10 est certainement pertinente dans le cas de la physique.

L'implantation de nouveaux champs, en particulier dans des domaines contigus à la physique devrait se faire également à la lumière d'études approfondies des potentiels déjà existants et des apports indispensables pour un bon départ. C'est ainsi qu'il conviendrait d'examiner les cas de la biophysique, de la géophysique, des études océanographiques et atmosphériques.

Physique nucléaire

Ce champ de spécialisation présente une importance aussi bien épistémologique qu'opératoire. Au Canada, la physique nucléaire était à toute fin pratique le seul champ de spécialisation en physique il y a 20 ans, et elle comporte aujourd'hui au Québec trois regroupements majeurs et autant d'installations majeures à Laval, McGill et Montréal. Sa grande valeur comme instrument d'approfondissement de la physique et comme outil de formation des étudiants aux niveaux des 2e et 3e cycle a fortement contribué à son développement.

Cependant, on doit constater, à l'échelle mondiale une diminution de l'importance de la physique nucléaire comme champ de spécialisation, et aussi ce que certains qualifient de perte de vitesse de la physique nucléaire comme champ de spécialisation en recherche dans les universités québécoises. C'est dans ces perspectives qu'il convient d'examiner la question du remplacement éventuel des installations actuelles lorsqu'elles deviendront désuètes, ce qui exigerait des investissements fort coûteux et des temps de mise en oeuvre appréciables. En tenant compte de l'importance de l'apport financier des organismes fédéraux pour le développement de ce champ jusqu'ici, on doit prendre en considération le rapport du groupe d'études sur un projet de laboratoire régional de physique nucléaire pour les chercheurs des universités québécoises.

Physique des particules élémentaires

Ce champ de spécialisation a connu un bon développement à l'Université McGill. Compte tenu de l'importance au niveau épistémologique de l'étude des particules élémentaires, il faut souligner l'existence du regroupement dans cette université, ainsi que sa contribution à l'effort canadien dans ce champ.

Physique du solide

Ce champ se distingue plus particulièrement par son applicabilité à des problèmes industriels ou dans d'autres domaines d'activités scientifiques. Son développement au département de physique de l'Université McGill permet d'y reconnaître un regroupement majeur. Les activités dans ce champ du département de physique de l'Université de Montréal sont également importantes. De plus, il y a lieu de prendre en considération l'orientation principale du département de physique de l'Université de Sherbrooke, ainsi que certaines de ses activités conjointes avec les laboratoires de recherche du Collège Militaire Royal de St-Jean.

Physique atomique et moléculaire

L'intérêt fondamental de la physique atomique et moléculaire est élargi par les possibilités d'ouverture interdisciplinaires que ce champ de spécialisation offre. Il est, par exemple, un des points de rencontre entre la physique et la chimie. A l'Université Laval, il existe un volume d'activités important en physique atomique et moléculaire, ainsi qu'un nombre de chercheurs suffisant pour constituer un regroupement majeur.

Optique

Il existe déjà un regroupement majeur en optique et laser au département de physique de l'Université Laval. De plus, on peut prendre en considération l'orientation et l'applicabilité des travaux dans les domaines ainsi regroupés, en particulier en physique des plasmas.

Physique des plasmas

Ce champ de spécialisation a pris une importance considérable au cours des dix dernières années. Son association en particulier avec le domaine de la fusion thermonucléaire est également primordiale. En effet, la fusion thermonucléaire doit être considérée comme un élément de solution aux problèmes posés par la crise de l'énergie, et le Québec doit certainement jouer un rôle dans le domaine, compte tenu de son évolution économique dans le contexte nord-américain. La recherche universitaire, en particulier en physique, a de plus un intérêt scientifique certain dans ce domaine d'application, par le biais des plasmas et des lasers de haute puissance. (On doit signaler également l'applicabilité de la physique des plasmas ailleurs qu'en fusion).

Au niveau des institutions, le Centre de Recherche en Energie (CRN) de l'INRS en étroite collaboration avec l'IREQ, et avec la participation de certaines autres constituantes de l'Université du Québec, s'intéresse aux domaines concernant la fusion.

Par ailleurs, ce même centre a participé avec l'Université de Montréal, IREQ, la Compagnie RCA de Montréal et le CRDV à l'étude Fusion-Canada.

Astronomie et astrophysique

L'importance de l'astronomie au Canada est bien illustrée par l'existence de nombreuses associations et sociétés, telles que la Société Royale d'astronomie, la Société d'astronomie, le Comité associé d'astronomie du CNR (qui joue aussi le rôle de Comité national de l'Union astronomique internationale), et aussi par les activités des observatoires du gouvernement canadien à Ottawa et à Victoria. Des universités sont également impliquées par leurs départements (Queen's, Toronto, Western Ontario et Colombie Britannique) ainsi que par leurs installations majeures (télescopes de 72 "à l'Université de Toronto, de 48" à l'Université de Western Ontario, etc...). Signalons enfin, la participation récente du Canada à la construction et à l'exploitation du télescope franco-canadien de 150" sur le Mont Mauna Kea à Hawai. Les développements spectaculaires récents de l'astronomie, et l'importance de ce champ de spécialisation dans les sciences physiques au plan épistémologique, expliquent bien l'intérêt national pour ces activités.

Au Québec, l'existence de travaux de recherches reliée à l'astronomie dans les départements de physique de Laval et de Montréal a permis la préparation d'un projet conjoint en vue de la construction d'un observatoire d'astronomie optique, comprenant un télescope de 48" ou 60". On peut donc envisager la possibilité pour ces deux institutions, compte tenu de leur tradition et de leur taille, de s'adonner à des activités de type épistémologique en astronomie, en soulignant le vif intérêt qu'elles ont manifesté à l'égard de ce champ par diverses initiatives concrètes.

Biophysique

Ce champ de spécialisation est important surtout du point de vue des applications des concepts physiques et des méthodes expérimentales de la physique aux systèmes biologiques. Dans le cadre des activités d'enseignement et de recherche du département de physique de l'Université de Montréal, ce champ connaît un certain développement, avec une orientation "physique" de la biophysique. Les activités en biophysique du département de physique et du département de chimie-biologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières ont une orientation physico-chimique, et constituent ainsi un autre pôle de développement. Signalons enfin l'enseignement et la recherche en biophysique à la Faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke avec une orientation médicale.

Physique médicale

Il y a lieu d'établir une distinction entre physique médicale et biophysique: la première touchant des fonctions définies en milieu de la santé, la seconde s'étendant à l'étude de tout un ensemble de phénomènes relatifs au vivant.

Le milieu hospitalier présente des besoins en physiciens des radiations, et permet également d'autres débouchés à caractère opératoire qui s'offrent aux physiciens relativement à l'instrumentation et l'appareillage, ainsi que dans l'encadrement de nombreux techniciens de la santé. Dans ce cadre, on doit tenir compte des avantages d'un regroupement des physiciens en unités avec d'autres scientifiques ayant des activités connexes en milieu hospitalier, comme les ingénieurs ou les mathématiciens, tout en soulignant la dualité qui

existe dans les fonctions de l'ingénieur bio-médical. En effet, l'ingénieur bio-médical en milieu hospitalier a deux fonctions, la première et la plus spécifique étant la gestion des systèmes de la santé, la deuxième se confondant en bonne partie avec celle du physicien.

Les universités devraient donc se préoccuper de la formation des physiciens pour les services de la santé, dans le cadre de leurs programmes de maîtrise en physique, et plus particulièrement en biophysique, déjà existants, en tenant compte du nombre limité des débouchés bien identifiés.

Domaines d'applications de la physique dans le cadre des Sciences de la Terre: géophysique, océanographie et physique de l'atmosphère

Les possibilités offertes par ces trois domaines sont en dehors de la physique proprement dite, mais elles constituent des avenues très intéressantes aux applications de la physique. Il est souhaitable que les compétences de la physique s'insèrent de plus en plus dans les activités relatives à ces domaines d'applications. On trouvera l'examen de la situation dans ces domaines et les recommandations les concernant dans le chapitre 15, portant sur les Sciences de la Terre.

13.6 Les institutions

13.6.1 Les grands départements: Laval, McGill et Montréal

Ces départements de physique, les plus anciens et les plus développés au Québec, en plus d'avoir atteint dans certains domaines de la recherche une réputation internationale, sont fréquentés par une clientèle étudiante importante. Ainsi en 1973-74 près de 60% des étudiants de premier cycle en physique étaient inscrits dans ces trois institutions. Durant cette même année universitaire, au niveau de la maîtrise c'était encore près de 60% de la clientèle totale en physique de deuxième cycle au Québec, et au niveau du doctorat c'était 80% des candidats qui s'y trouvaient. Le développement de la recherche dans les champs de spécialisation actuellement établis est certainement favorable à la poursuite des programmes de formation au niveau des études supérieures. Toutefois les recommandations générales formulées aux chapitres 4, 5 et 6 concernant les trois cycles conservent leur pertinence ici, notamment sur le plan des orientations nouvelles des programmes préconisées par l'O.S.F.

Ainsi, l'Université Laval et l'Université de Montréal devraient implanter le nouveau programme avec majeure, tel que défini dans le chapitre 4, et avec la partie scientifique de ce programme elles devraient penser à la création de programmes parascientifiques (Laval en journalisme, Montréal en traduction et en sociopolitique des sciences, par exemple).

Les trois universités, compte tenu de leurs ressources, sont bien placées aussi pour pouvoir définir des domaines d'applications pour les programmes spécialisés, avec la collaboration d'autres départements. Les possibilités à Laval seraient en métallurgie ou en d'autres génies, à McGill, outre les génies, en atmosphère, météorologie et océanographie; Montréal pourrait choisir en génie et éventuellement en géophysique, domaine d'activité à développer dans cette institution, comme on le verra au chapitre 15.

13.6.2 Les départements moyens: Concordia et Sherbrooke

L'enseignement de la physique et les activités de recherche ont pris un certain essor dans ces institutions, quoique plus tardivement et de façon plus restreinte que dans les grands départements précédemment considérés. Nous pensons que le développement futur de la physique dans chacune de ces universités doit être d'abord orienté dans un seul champ majeur de spécialisation bien défini.

A Sherbrooke la priorité dans l'enseignement de la physique doit aller essentiellement au niveau du premier et du deuxième cycle; l'enseignement de troisième cycle devra s'effacer devant les efforts concentrés au deuxième cycle, du moins jusqu'à ce que le regroupement majeur dans le champ de spécialisation principal choisi soit plus solidement établi.

A Concordia, l'enseignement devrait se limiter exclusivement au 1er et au 2e cycle. La fusion souhaitable des départements de physique des deux campus de Concordia devra également aboutir à l'établissement d'un nouveau champ de spécialisation susceptible d'assurer un développement cohérent des activités futures au deuxième cycle.

13.6.3 Les petits départements: Bishop's, UQAM, UQTR, UQAC et UQAR

Université Bishop's

Cette institution a implanté des programmes de premier et de deuxième cycle en physique en 1964. Une clientèle peu nombreuse fréquente actuellement les programmes de premier cycle (Honours et Major), et le programme de maîtrise (physique nucléaire à basse énergie) n'a pas d'étudiant inscrit depuis plusieurs années. Par ailleurs, il est intéressant de constater l'expérience qu'avait entreprise cette université, en vue de l'intégration des cours de sciences de base à titre culturel dans d'autres programmes. Le rôle d'enseignement de service dans les programmes de sciences ou autres, devrait constituer la vocation principale de la physique à l'Université Bishop's. (Voir l'ensemble de la situation dans le chapitre 11 sur la chimie).

Université du Québec

Les quatre constituantes de l'Université du Québec, à Montréal, Trois-Rivières, Chicoutimi et Rimouski, ont implanté dès leur création en 1969 des programmes de physique qui ont connu depuis un certain développement.

Actuellement, on assiste à un regroupement des efforts en vue de canaliser les activités de recherche et d'enseignement vers des domaines choisis en fonction des axes de développement conformes à la vocation particulière de chacune des constituantes (par exemple en océanographie à l'UQAR et en physique de l'atmosphère à l'UQAC). Il est tout à fait souhaitable que ces efforts d'orientation continuent à prévaloir dans le développement futur des activités en physique dans ces universités. En évitant de disperser le potentiel souvent faible, du moins quantitativement, en personnel d'enseignement et de recherche, les groupes constitués pourront certainement créer des pôles spécifiques de la physique québécoise. Les possibilités offertes par le système réseau peuvent également servir au développement des activités, par la mise en commun des compétences présentes à différents endroits. C'est ainsi qu'au niveau de la recherche et de l'enseignement de 2e cycle, les physiciens de l'UQAC et de l'UQAM en participant au programme-réseau de maîtrise en sciences atmosphériques, pourront profiter de ressources géographiquement dispersées. (Voir chapitre 15 sur les sciences de la Terre).

13.6.4 L'INRS de l'Université du Québec

Comme nous l'avons constaté dans l'examen des champs de spécialisation de la recherche en physique (13.4.2), l'INRS de l'Université du Québec, par son Centre de Recherche en Energie (CREN) et en étroite collaboration avec l'IREQ, s'intéresse à des domaines touchant l'énergie, en particulier à la physique des plasmas, aux lasers et à la fusion thermonucléaire. Les activités du centre ne se

limitent pas à la recherche appliquée, mais portent également sur l'enseignement au niveau des études supérieures, avec des programmes de maîtrise et de doctorat en énergie.

Deux autres constituantes de l'Université du Québec, l'UQAC et l'UQTR, ont également des étudiants de 2e et de 3e cycles en énergie. Les programmes-réseau de maîtrise et de doctorat en énergie avaient en 1973-74 une clientèle composée de 15 étudiants à la maîtrise, et de 12 étudiants au doctorat. Cependant, la plupart de ces étudiants se trouvaient au CREN. Les diplômés au niveau de la maîtrise étaient au nombre de 2 et de 3, respectivement en 1972 et en 1973. Un doctorat a été décerné en 1973, et un autre en 1974.

On peut considérer que les programmes de recherche de l'INRS-énergie portent en grande partie sur des applications de la physique. Ce genre d'activité cadre tout à fait avec les préoccupations de l'O.S.F. quant à l'insertion de la physique dans un domaine d'application et montre qu'il est possible de rattacher les programmes d'études avancées à un tel domaine. On peut toutefois se poser des questions sur d'autres aspects des études avancées au CREN, en particulier sur le plan de l'ouverture de la formation reçue dans un tel cadre.

La banque de cours présentée offre un éventail très large aux étudiants: physique des plasmas, contrôle, génération et conversion, matériaux, transmission et contrôle de grande puissance. En fait, en plus des six cours de

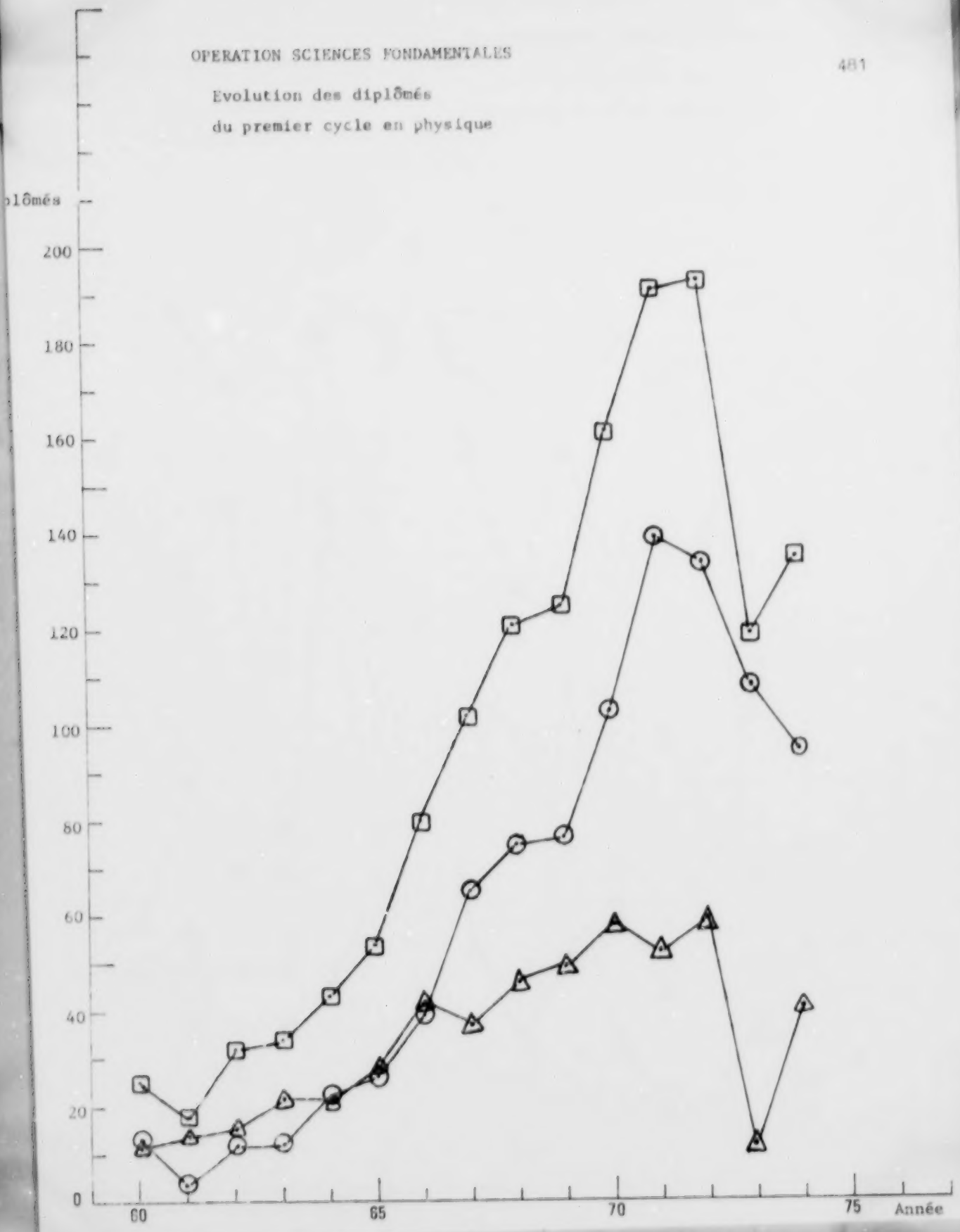
base et du séminaire, elle compte 35 cours dans les champs de spécialisation mentionnés ci-dessus. Il est pour le moins improbable que tous ces cours soient effectivement offerts à une clientèle d'une trentaine d'étudiants au total à la maîtrise et au doctorat. Le rapport annuel du CREN pour 1973-74 indique d'ailleurs que les activités se déroulent principalement dans le champ des plasmas, des lasers et de la fusion thermonucléaire. Il est donc vraisemblable que le nombre de cours offerts dans les autres champs de spécialisation corresponde à l'ampleur des activités de recherche et ne soit pas très élevé. Cette situation aurait pour effet une spécialisation étroite des étudiants dans un seul champ de spécialisation sans possibilité pour eux d'accès à d'autres champs ou d'échange avec les professeurs et surtout des collègues étudiants dans d'autres champs. Nous avons affirmé au chapitre 6 que la présence de trois champs de spécialisation connexes était essentielle pour l'existence d'un programme de doctorat. Dans ce sens l'implantation d'un programme de doctorat au CREN nous paraîtrait avoir été prématurée et il serait urgent de développer, à côté de la physique des plasmas, deux autres champs de spécialisation dont l'un au moins atteindrait la dimension d'un regroupement majeur. En général, les trois champs sur lesquels s'appuient un doctorat peuvent être connexes de différentes façons: affinités des disciplines, objet d'étude commun, etc. Dans le cas présent, le domaine de l'énergie devrait être l'objet commun qui établit le lien entre les champs connexes.

D'autre part, la participation des autres constituantes reste faible: comme nous l'avons vu plus haut, les inscriptions se font surtout à l'INRS, et les étudiants éventuels de l'UQAC ou de l'UQTR dépendent essentiellement de l'enseignement dispensé directement au CREN. La contribution pédagogique effective de ces constituantes est marginale et les professeurs habilités ne participent pas de façon régulière à l'enseignement gradué.

Il serait donc souhaitable que l'Université du Québec favorise de fait la participation des constituantes impliquées, rendant ainsi disponible le programme à un plus grand nombre d'étudiants dans ces universités. D'autre part, une collaboration effective accrue des professeurs avec des thèmes multidisciplinaires propres, autres que ceux traités spécifiquement au CREN, pourrait ouvrir davantage le champ d'intérêt des étudiants dans le cadre de la formation reçue.

OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

Evolution des diplômés
du premier cycle en physique

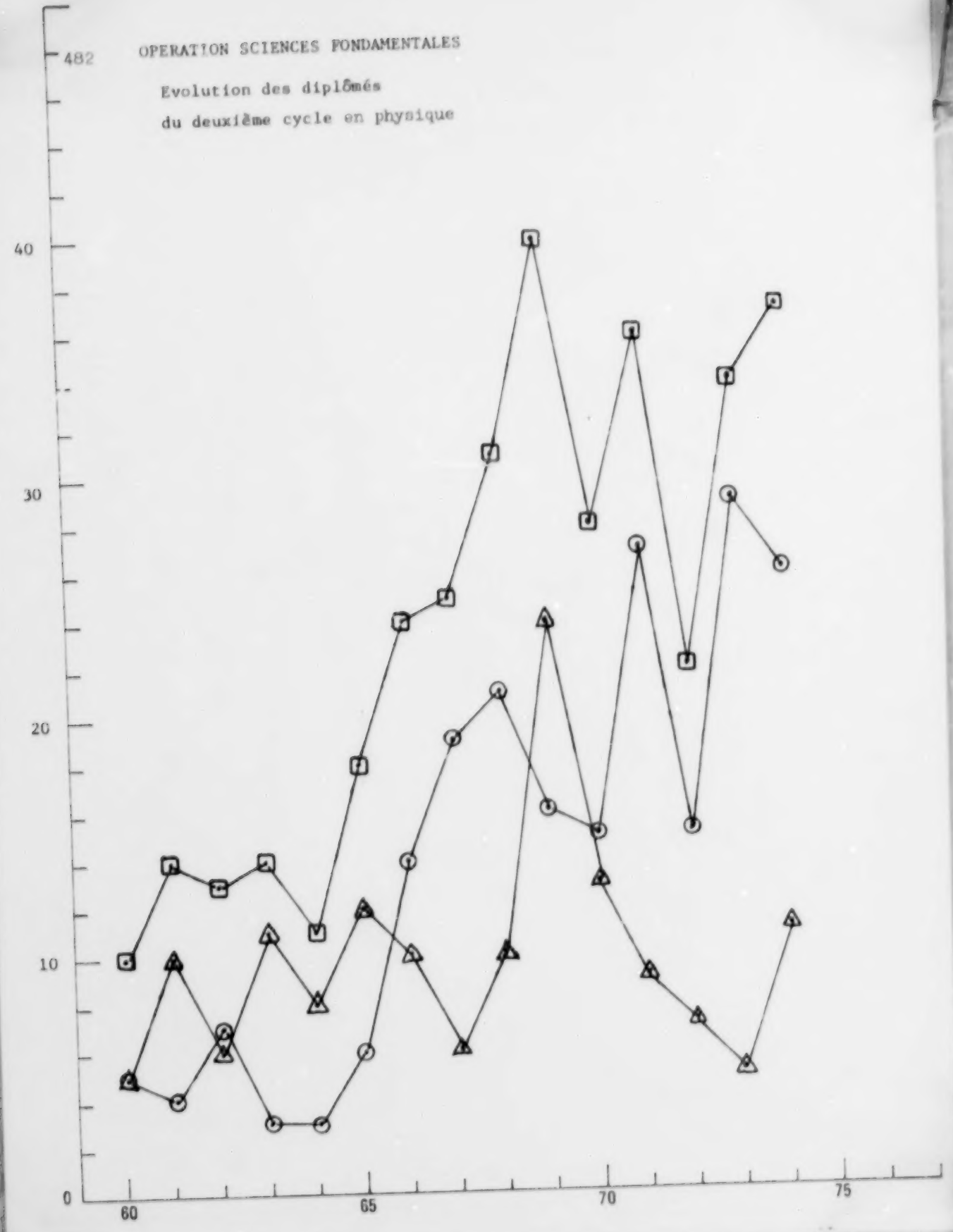


482

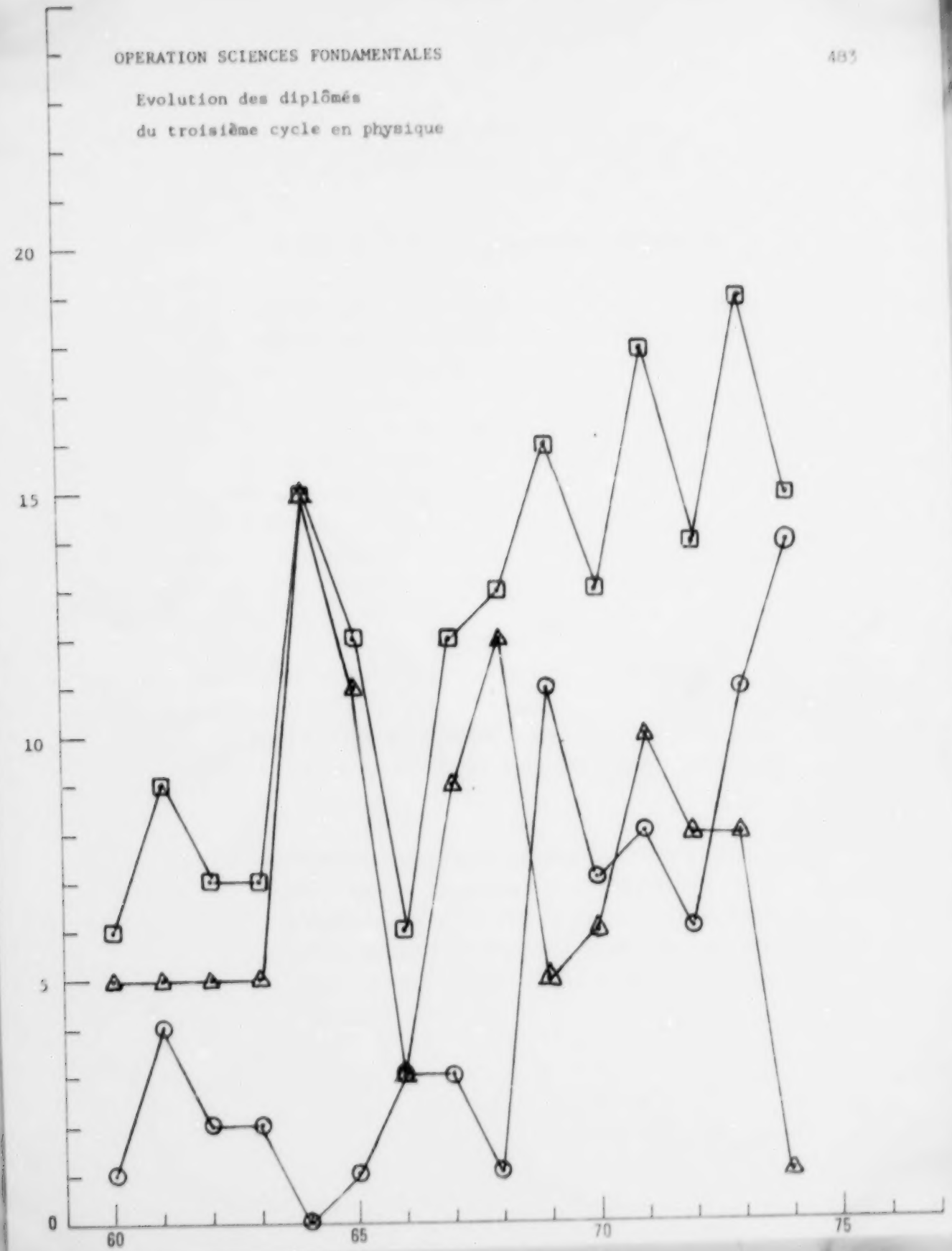
OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES

Evolution des diplômés

du deuxième cycle en physique



Evolution des diplômés
du troisième cycle en physique



RECOMMANDATIONS

13.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités, dans le cadre des programmes spécialisés en physique, orientent les études d'applications de la physique vers les domaines suivants:

- services de santé
- météorologie, atmosphère
- océanographie
- géophysique
- instrumentation
- contrôles industriels

13.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités accordent la priorité à la maîtrise au niveau des études supérieures en physique;

b) QUE les universités fassent des efforts en vue d'augmenter la production des diplômés de 2e cycle en physique dans le cadre des programmes déjà existants, tout en orientant ces derniers dans le sens recommandé par l'Opération Sciences Fondamentales;

c) QUE les domaines d'applications de la physique constituent de plus en plus la base des programmes de maîtrise (physique médicale, énergie, atmosphère, écophysique, géophysique, océanographie, matériaux...).

13.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités et plus particulièrement les universités francophones, compte tenu des besoins identifiés s'efforcent d'accroître la production des diplômés de 3e cycle en physique dans le cadre des programmes existants, tout en orientant ces derniers dans le sens recommandé par l'Opération Sciences Fondamentales, en vue de l'atténuation graduelle de la marge actuelle entre le Québec et l'ensemble du Canada;

b) QUE les universités favorisent l'utilisation des domaines d'application pour servir de cadre aux programmes de 3e cycle en physique.

13.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités, dans le but d'augmenter le volume de la recherche en physique, notamment dans le secteur francophone:

a) favorisent les projets bien choisis susceptibles par regroupements de toute envergure de concentrer les ressources existantes de la recherche, en leur donnant une meilleure visibilité;

b) favorisent dans le cadre des projets de grande envergure la collaboration inter-institutionnelle;

c) développent la recherche appliquée dans le cadre de la collaboration avec des centres péri-universitaires, ce qui pourrait avoir un effet d'entraînement sur le volume de la recherche universitaire et attirer des subventions accrues du Conseil national de recherches.

13.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités Laval, McGill et de Montréal concernées par le projet de laboratoire régional de physique nucléaire

i) établissent la priorité qu'elles désirent accorder à la physique nucléaire;

ii) déterminent dans le cadre de la recherche universitaire les domaines particuliers qu'elles entendent développer à l'intérieur de ce champ de spécialisation, et les regroupements des activités à effectuer dans les trois institutions concernées;

iii) choisissent les nouvelles installations majeures requises, leur localisation éventuelle et en déterminent le mode de gestion;

iv) soumettent leurs conclusions au ministère de l'Education;

b) QUE les subventions directes du ministère de l'Education dans le cadre du programme FCAC, continuent à promouvoir la physique nucléaire au niveau actuel d'appoint, le gros du financement devant provenir d'autres sources.

13.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université McGill demande au ministère de l'Education la reconnaissance de son regroupement majeur en physique des particules élémentaires.

13.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université McGill demande au ministère de l'Education la reconnaissance de son regroupement majeur en physique du solide;

b) QUE l'Université de Montréal constitue un regroupement majeur en physique du solide et le soumette pour reconnaissance au ministère de l'Education;

c) QUE l'Université de Sherbrooke choisisse la physique du solide comme champ de spécialisation principal en physique, établisse un regroupement majeur dans ce champ et en demande la reconnaissance au ministère de l'Education;

d) QUE dans le développement de ce champ de recherche les trois universités concernées coordonnent leurs activités.

13.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Laval continue ses activités dans le champ de spécialisation de la physique atomique et moléculaire;

b) QU'elle précise les orientations qu'elle entend poursuivre dans ce champ de spécialisation;

c) QU'elle définisse les structures susceptibles d'assurer une meilleure coordination des activités relatives à ce champ en vue de constituer un regroupement majeur en physique atomique et moléculaire, dont elle demandera la reconnaissance par le ministère de l'Education.

13.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Laval continue d'assurer le développement du champ de spécialisation relatif à l'optique et au laser, qu'elle reste la seule université à posséder un regroupement majeur dans ce champ, et qu'elle en demande la reconnaissance par le ministère de l'Education;

b) QUE l'Université Laval participe aux suites éventuelles du projet Fusion-Canada quant à la physique des lasers;

c) QUE l'Université Laval entreprenne des démarches en vue de l'établissement d'un centre péri-universitaire en optique, en relation avec l'industrie de l'optique au Canada.

13.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université du Québec (INRS), et l'Université de Montréal constituent de façon complémentaire les seuls regroupements majeurs en physique des plasmas et qu'elles en demandent la reconnaissance par le ministère de l'Education;

b) QUE la participation universitaire québécoise aux suites éventuelles de l'étude Fusion-Canada se limite, quant à la physique des plasmas, aux regroupements majeurs en physique des plasmas de l'Université de Montréal et de l'Université du Québec (INRS).

13.11 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Laval et l'Université de Montréal constituent à elles deux l'équivalent d'un regroupement majeur en astronomie et astrophysique, et qu'elles en demandent la reconnaissance par le ministère de l'Education;

b) QUE ce regroupement se fasse autour d'un observatoire d'astronomie optique, qui devrait être rattaché à une des institutions, conformément à la recommandation 10.4 relative aux installations majeures.

13.12 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université de Montréal constitue d'ici 5 ans un regroupement majeur en biophysique avec orientation physique, s'intéressant encore davantage aux applications dans les sciences de la santé, et qu'elle soumette ce regroupement au ministère de l'Education pour fins de reconnaissance;

b) QUE l'Université du Québec à sa constituante de Trois-Rivières, oriente ses activités en biophysique du côté physico-chimique en collaboration avec le département de chimie-biologie;

c) QUE l'Université de Sherbrooke constitue d'ici 5 ans un regroupement majeur en biophysique qui poursuivra son intérêt dans la biophysique appliquée aux sciences de la santé et qu'elle soumette ce regroupement au ministère de l'Education pour fins de reconnaissance.

13.13 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités se préoccupent de la formation des physiciens pour les services de santé dans le cadre de leurs programmes de maîtrise en physique, et en particulier en biophysique, déjà existants;

b) QUE les universités, dans le cadre de leurs activités de recherche et d'enseignement au 2e cycle orientées vers les services de santé, favorisent une collaboration plus grande entre le milieu hospitalier et leurs départements de physique;

c) QUE les universités par le truchement de leurs contrats d'affiliation avec les hôpitaux, et en raison du rôle de ces derniers dans la formation des étudiants, préconisent le regroupement des physiciens en unités de service en milieu hospitalier avec les autres scientifiques qui leur sont apparentés, ce qui faciliterait les échanges avec les départements de physique et offrirait un meilleur encadrement des étudiants de deuxième cycle en milieu hospitalier;

d) QUE les universités favorisent dans le cadre de leurs contrats d'affiliation avec les hôpitaux et les centres hospitaliers, l'élaboration par le ministère des Affaires Sociales de politiques relatives au financement des stages des étudiants en milieu hospitalier.

13.14 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités Laval, McGill et de Montréal maintiennent leurs programmes de doctorat en physique en les réorientant dans l'esprit du chapitre 6, et en tenant compte de la faiblesse tout au moins apparente des débouchés.

13.15 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Concordia fusionne en un seul les départements de physique de ses deux campus, Loyola et Sir George Williams, dans le but d'assurer le regroupement des ressources et d'éviter les dédoublements des activités d'enseignement en physique;

b) QUE l'Université Concordia rattache son enseignement du 2e cycle en physique à un nouveau champ de spécialisation dans un domaine d'application de la physique qui remplace ses champs disciplinaires actuels;

c) QUE l'Université Concordia abandonne son programme actuel de troisième cycle en physique.

13.16 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université de Sherbrooke structure son programme de maîtrise ès sciences en physique autour d'un seul champ de spécialisation, la physique du solide, en s'intéressant principalement, à l'intérieur de ce domaine, aux applications;

b) QUE l'Université de Sherbrooke maintienne son programme de troisième cycle en physique associé au champ de la physique du solide.

13.17 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Bishop's abandonne ses programmes de baccalauréat et de maîtrise en physique;

b) QU'elle offre un enseignement de service en physique dans les programmes de chimie et de biologie, ainsi qu'à titre culturel dans le cadre des programmes parascientifiques et des autres programmes en dehors des sciences.

13.18 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Montréal, dans le cadre du programme du Baccalauréat spécialisé en physique, envisage les domaines d'applications suivants, avec la collaboration d'autres départements ou d'institutions connexes (comme l'Ecole de Technologie Supérieure) et de scientifiques engagés sur le marché du travail:

- météorologie, atmosphère
- technologie et instrumentation
- services urbains
- hygiène publique
- médecine légale

13.19 L'OPÉRATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université du Québec à sa constituante de Trois-Rivières abandonne ses programmes actuels de biophysique et de physique-chimie, mais que, dans le cadre de nouveau programme du baccalauréat spécialisé en physique, elle envisage les domaines d'applications suivants, avec la collaboration d'autres départements et de scientifiques engagés sur le marché du travail:

- biophysique
- énergie
- physique de l'environnement
- domaines reliés à l'axe sport-santé;

b) QUE dans le cadre de la maîtrise en physique, l'Université du Québec à sa constituante de Trois-Rivières continue de développer ses activités en biophysique avec la collaboration de la chimie, en vue d'une orientation nettement physico-chimique de la biophysique;

c) QU'elle continue sa participation au programme-réseau en énergie et qu'elle y intègre son champ de spécialisation en physique relié à l'étude des diélectriques.

13.20 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Chicoutimi, dans le cadre du programme du Baccalauréat spécialisé en physique, envisage les domaines d'applications suivants, avec la collaboration d'autres départements et de scientifiques engagés sur le marché du travail:

- atmosphère, météorologie
- ressources minérales.

13.21 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec à sa constituante de Rimouski, dans le cadre du programme de Baccalauréat spécialisé en physique, envisage les domaines d'applications suivants, avec la collaboration d'autres départements et de scientifiques engagés sur le marché du travail:

- océanographie
- problèmes technologiques des petites industries

13.22 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec:

a) prenne les mesures nécessaires pour que son programme-réseau de doctorat en énergie fasse appel davantage à la participation effective des constituantes autres que l'INRS, afin que des parties substantielles de ce programme soient offertes dans ces constituantes le rendant davantage disponible pour les étudiants dans ces institutions;

b) développe, à côté de la physique des plasmas, dans l'une ou l'autre de ses constituantes, deux autres champs de spécialisation appliqués à l'énergie, dont l'un au moins devrait atteindre la dimension d'un regroupement majeur.

CHAPITRE 14 - LES SCIENCES BIOLOGIQUES

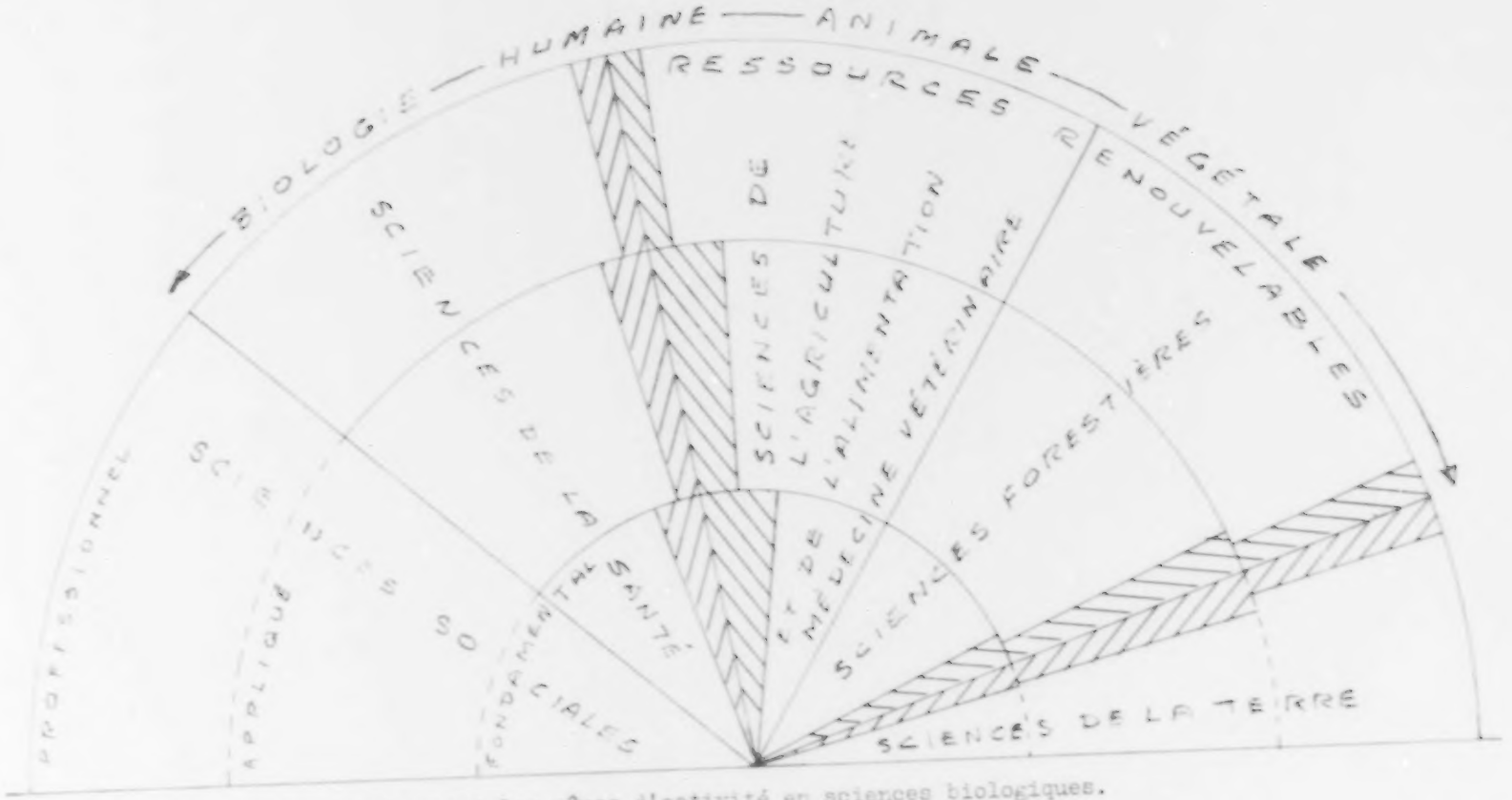
14.1 Une vue d'ensemble

Dans les pages qui suivent, on tente d'abord de situer les sciences biologiques dans l'éventail des sciences de la vie, en distinguant autant que possible entre les aspects fondamental, appliqué et professionnel des activités. Après un examen des problèmes suscités par les nombreuses interfaces entre les sciences biologiques et les autres sciences de la vie, on propose des objectifs de développement pour les sciences biologiques qui sont les seules à entrer dans le champ de l'O.S.P.

14.1.1 Les sciences de la vie

Prises au sens large, les sciences de la vie recouvrent une gamme de réalités diverses en biologie humaine, animale et végétale, divisions traditionnelles de la biologie. Ces réalités sont également colorées, selon une autre dimension, par un aspect fondamental, appliqué ou professionnel de l'activité. Les biologistes y côtoient médecins, biochimistes, microbiologistes, agronomes, ingénieurs forestiers, et maintenant biophysiciens et ingénieurs.

Une image de la situation peut être perçue à l'aide de la figure 1. Par l'addition des sciences sociales et des sciences de la terre pour compléter l'image, on peut apprécier que les grandes divisions traditionnelles de la biologie ne correspondent plus à la réalité actuelle. C'est donc une perspective nouvelle qu'il faut dégager pour bien situer les sciences biologiques.



Les régions hachurées représentent les zônes d'activité en sciences biologiques.

Figure 1 - Les sciences de la vie

Sciences expérimentales par excellence au niveau de l'observation des phénomènes, les sciences de la vie ont connu un développement considérable au cours des dernières décennies. Les domaines d'application nombreux et les champs professionnels qui se sont développés à partir des sciences de la vie sont le fruit d'un intérêt particulier pour les êtres vivants, pour leurs mécanismes de fonctionnement et pour leurs relations avec l'environnement.

La complexité des êtres vivants et de leurs mécanismes de fonctionnement explique en bonne partie que les activités se sont basées sur des méthodes qualitatives et d'observation. Cependant les méthodes quantitatives ont permis ces dernières années des percées importantes en biologie fondamentale et elles ont démontré l'intérêt de leur utilisation.

Outre l'aspect social particulièrement marqué en sciences de la santé, les sciences de la vie font appel à des ressources considérables et s'adressent à des clientèles étudiantes qui connaissent une croissance très rapide depuis quelques années.

14.1.2 Les sciences biologiques

Le terme sciences biologiques est utilisé ici dans le sens restreint recouvrant les activités propres aux départements de biologie en faculté de sciences ou leur équivalent. Les régions hachurées de la figure 1 permettent de dégager une image de la présence des sciences biologiques dans l'ensemble des sciences de la vie. On peut ainsi réaliser qu'il n'est pas toujours facile de distinguer clairement entre les activités spécifiques aux départements de biologie et

celles attachées à d'autres départements. Les sciences biologiques, considérées comme discipline organique, ne peuvent donc plus être rattachées à un seul département.

En biologie fondamentale, la biologie humaine est pratiquement intégrée aux sciences de la santé, les sciences biologiques n'y apportant plus qu'une contribution minime. La biologie cellulaire et moléculaire se partage entre les sciences biologiques et les sciences de la santé, mais la méthodologie particulière de la biologie moléculaire est maintenant plutôt associée à la biochimie et s'inscrit pour une large part en faculté de médecine. Dans les ressources renouvelables, surtout biologie animale et végétale, la contribution reste plus significative et elle déborde même un peu sur les sciences de la terre.

En biologie appliquée, la situation est à peu près la même, avec peut-être une présence encore plus marquée des facultés professionnelles dont c'est la pierre d'assise des activités. C'est ainsi que l'orientation appliquée des sciences biologiques converge de plus en plus vers les problèmes d'écologie et d'environnement, au point où presque tous les départements de biologie en font un axe de développement. Compte tenu des clientèles nombreuses en sciences biologiques, cette convergence massive risque de provoquer un engorgement dans un domaine où les débouchés restent encore aléatoires.

Quant aux champs professionnels, la présence des sciences biologiques y est extrêmement mince, les facultés professionnelles répondant aux besoins par un éventail de programmes beaucoup mieux adaptés et plus pertinents.

Ainsi la situation d'ensemble en est une d'effritement progressif des sciences biologiques qui se replient sur elles-mêmes et se retranchent dans les quelques champs qui leur restent spécifiques. La biologie humaine est pratiquement toute en sciences de la santé, la biochimie s'inscrit comme discipline quasi-autonome, la microbiologie tend à se détacher, la biophysique affirme sa présence, la zoologie et la botanique appliquées appartiennent déjà aux ressources renouvelables, alors que le dossier de sous-secteur de l'O.S.F. en sciences biologiques fait état de pas moins de vingt-six orientations et profils dans les programmes de premier cycle.

Il y a là clairement une situation à réévaluer, d'autant plus que l'on peut s'interroger sur les ouvertures disponibles pour les abondantes clientèles actuellement en formation. Même si on ne peut renverser une évolution qui s'est faite progressivement et en réponse à des besoins, une nouvelle stratégie s'impose pour assurer le développement des sciences biologiques, fournir une contribution significative aux nombreuses interfaces et assurer aux futurs diplômés une solide formation de base qui leur donne accès à toutes ces voies possibles.

14.1.3 Profils de carrière

On peut tirer quelques indications de l'étude particulière N° 3 (1) réalisée pour l'O.S.F., quant à la visibilité des débouchés en sciences biologiques et à la structure du marché du travail pour les diplômés.

---

(1) Guy Girard, Profils de carrière des diplômés du Québec, Etude particulière N° 3 de l'O.S.F., D.G.E.S., MEQ, 1976.

Tableau 1

MAIN D'OEUVRE DANS LES PROFESSIONS SCIENTIFIQUES AU QUEBEC EN 1971, SELON LE RECENSEMENT DU CANADA

	Hommes	Femmes	Total
Sciences de la vie	2 800	855	3 655 (1)
. agronomes et assimilés	1 175	-	1 175
. biologistes	430	135	565
. techniciens	1 015	530	1 545
. autres	175	160	335
Sciences physiques	6 940	1 080	8 020
Sciences mathématiques	6 255	970	7 225
Total prof. scient.	15 995	2 905	18 900
Toutes professions	1 447 365	721 785	2 169 150

(1) 85,3% sont nés au Canada; pour les zônes de Montréal et Québec, 49,2% détiennent un diplôme universitaire.

Tableau 2

OCCUPATION PRINCIPALE AU QUEBEC DES DIPLOMES UNIVERSITAIRES EN SCIENCES, LORS DU PREMIER EMPLOI ET EN 1974, SELON LA DISCIPLINE PRINCIPALE DECLAREE DE FORMATION ET LE SECTEUR LINGUISTIQUE, EN%

	Professions scientifiques		Enseignement	
Secteur francophone	1er emploi	1974	1er emploi	1974
. biologie	34,4	32,2	x 53,5	48,6
. sciences	35,4	29,4 (28,6)	53,9	49,3 (47,5)x
Secteur anglophone		(1)		(1)
. biologie	38,3	24,4	x 36,0	41,4
. sciences	41,2	24,3 (27,4)	24,0	26,5 (27,0)x

(1)La structure d'emploi est plus fortement modifiée à cause d'un taux de résidence au Québec en 1974 de 42,6% pour les diplômés de ce secteur, comparativement à 53,4% lors du premier emploi.
(x) correspond à l'occupation principale exercée au Québec ou ailleurs.
Source: Etude particulière N° 3 de l'O.S.P.

Le tableau 1 donne la répartition de la main-d'oeuvre dans les professions scientifiques au Québec en 1971, selon le recensement du Canada et la typologie des professions définie dans le Code canadien descriptif des professions. Il est à noter que les sciences de la santé sont identifiées distinctement des sciences de la vie; ces dernières comprennent sans doute des biologistes qui ne sont pas identifiés comme tels. C'est ce qui explique la faiblesse numérique du groupe Sciences de la vie par rapport aux autres. Les catégories agronomes et assimilés ainsi que biologistes regroupent pratiquement tous les diplômés universitaires. La visibilité de la profession de biologiste est donc assez faible dans les professions scientifiques, cette catégorie ne représentant évidemment qu'une partie des débouchés possibles pour les diplômés.

Le tableau 2 permet d'apprécier la répartition des diplômés en sciences biologiques entre les deux grandes catégories d'emploi, professions scientifiques et enseignement, comparativement à l'ensemble des diplômés en sciences. Dans l'enseignement, on constate que les diplômés en sciences biologiques se comportent comme l'ensemble des diplômés en sciences, sauf pour le secteur anglophone où l'enseignement en biologie constitue un débouché plus important que pour l'ensemble des sciences. L'enseignement est plus important du côté francophone que du côté anglophone, mais il reste un élément prédominant de la structure du marché du travail pour les diplômés en sciences et en biologie.

Dans les professions scientifiques, les deux secteurs linguistiques offrent aussi des images différentes. Pour les francophones, les débouchés sont majoritairement dans les administrations gouvernementales et les biologistes semblent s'y maintenir mieux que l'ensemble des sciences (32,2%, contre 29,4%). Pour les anglophones, les débouchés comportent une bonne part de postes dans les industries primaires et secondaires et ces postes constituent un premier emploi plus souvent que pour les francophones (41,2% contre 35,4%). Cependant, la persévérance semble plus faible chez les anglophones, puisqu'en 1974 seulement 24,3% des diplômés en sciences s'y trouvaient encore; les biologistes suivent cette tendance avec 24,4%.

Si les professions scientifiques et l'enseignement constituent encore le principal débouché pour 75 à 80% des diplômés en sciences biologiques, la catégorie autres professions est en croissance depuis quelques années (op. cit.). Il est probable que de nombreux diplômés devront à l'avenir se tourner vers ces voies nouvelles et qu'ils contribueront ainsi à élargir et à diversifier la gamme des fonctions exercées par des biologistes. Encore faut-il que la formation de base qu'ils auront reçue leur facilite cette oeuvre de pionnier.

14.1.4 Interfaces et interdisciplinarité

La position actuelle des sciences biologiques est caractérisée par la présence de nombreuses interfaces avec les sciences de la santé, les sciences appliquées dans le domaine des ressources renouvelables ainsi qu'à un degré moindre avec les sciences de la terre et certains aspects des sciences sociales. Les liaisons avec ces interfaces ne sont pas toutes organisées au même degré et les échanges ont des ampleurs très variées. Une interdisciplinarité organisée peut donner lieu à une interface quasi-autonome comme la biochimie. A l'autre extrême, l'interface environnement est encore mal définie et donne lieu à des liaisons interdisciplinaires par association de ressources. D'autres sont en développement, comme par exemple le génie biologique en relation avec la productivité biologique, le traitement biologique des eaux usées et la production de nouvelles substances protéiniques. Toutes ces liaisons constituent des lignes vitales pour les sciences biologiques.

La médecine

La biologie humaine en faculté de médecine dispose de ressources humaines égales en nombre à celles des départements de sciences biologiques, soit 182 personnes d'après le dossier de sous-secteur de l'O.S.F. De ce nombre 96 sont des scientifiques biologistes alors que les autres sont des médecins biologistes.

Cette présence massive attire aux 2e et 3e cycles en faculté de médecine pratiquement toute la clientèle intéressée à la biologie humaine. Il y a là une situation de fait qu'il faut accepter, tout en cherchant à définir un peu plus clairement la nature des relations entre les départements de sciences biologiques et certains départements des facultés de médecine, notamment ceux de biochimie, de microbiologie et de physiologie.

Les autres sous-secteurs de la santé

Malgré la prépondérance évidente de la médecine dans le secteur de la santé, il n'en reste pas moins que d'autres sous-secteurs présentent aussi des possibilités intéressantes de liaisons. Le nursing, l'art dentaire, la réhabilitation, la diététique et d'autres domaines encore nouveaux débordent très peu le cadre strictement professionnel et pourraient bénéficier, encore plus que la médecine, d'une contribution des sciences biologiques à leurs activités. La nutrition, l'hygiène publique et la médecine vétérinaire sont des cas où une liaison serait intéressante.

Les ressources renouvelables

C'est un vaste domaine qui retient particulièrement l'intérêt de nos jours. Il touche les sciences de l'agriculture et de l'alimentation ainsi que les sciences forestières et des domaines propres aux sciences biologiques comme l'écologie et la faune, rejoignant ainsi l'interface environnement encore mal définie.

Tout le secteur agro-alimentaire au Québec souffre d'un sous-développement. Compte tenu de l'importance économique du secteur et des ressources actuellement disponibles au Québec dans les universités, une orientation des efforts dans cette voie devrait faire l'objet d'une attention particulière de la part des universités qui sont engagées dans le domaine des ressources renouvelables.

Les sciences de l'alimentation, la botanique et la zoologie offrent des possibilités intéressantes pour des regroupements interdisciplinaires et des programmes conjoints de formation au niveau du deuxième cycle surtout. Un effort particulier devrait être fait dans cette direction.

L'ingénierie

Plutôt axée sur les sciences physiques et mathématiques, l'ingénierie est venue assez tardivement à s'intéresser aux sciences biologiques. Encore à ses débuts, cet intérêt touche actuellement l'environnement et la pollution, le génie biologique et le génie biomédical. D'autres domaines comme la biomécanique en réhabilitation, la biohydraulique en cardiologie et en physiologie circulatoire sont aussi appelés à se développer.

Cette interface est relativement nouvelle et présente une occasion de liaison et de collaboration qui mériterait d'être approfondie.

Les sciences de la terre

Ce sous-secteur des sciences fondamentales est traité dans un autre chapitre. Encore modeste au point de vue volume d'activités, il présente pourtant un potentiel intéressant dans des domaines comme la limnologie, l'océanographie, l'écologie ainsi que la biologie marine et terrestre. Encore là, il y a un problème de rationalisation des activités et d'identification de la contribution des sciences biologiques.

Les sciences sociales

Sous certains aspects, l'écologie et l'environnement font appel à des concepts des sciences sociales. Si la contribution possible des sciences biologiques reste encore à définir, il y a peut-être là un champ potentiel pour des activités de sciences biologiques et pour des liaisons fructueuses avec les sciences humaines et sociales.

14.1.5 Objectifs de développement

Cette vue d'ensemble des sciences biologiques et des affinités nombreuses qu'elles possèdent avec d'autres sciences illustre bien le défi qui est posé aux départements de biologie. Il faut sortir du relatif isolement créé par l'utilisation trop exclusive des méthodes descriptives et qualitatives.

Des possibilités nombreuses existent aux différentes interfaces pour les clientèles abondantes qui s'intéressent aux sciences biologiques. Toutes ces possibilités ne

présentent pas un intérêt égal pour le développement de la discipline et pour une contribution significative de cette dernière. Il faut donc faire des choix qui respectent les objectifs suivants:

1. assurer le développement des sciences biologiques fondamentales dans une optique de concertation des efforts et des ressources;

2. favoriser les regroupements susceptibles d'assurer une contribution significative des sciences biologiques aux grands domaines d'activité;

3. identifier et développer les champs de spécialisation et les domaines d'application spécifiques aux sciences biologiques;

4. identifier les champs de spécialisation et les domaines d'application qui sont conjoints avec d'autres secteurs et les développer en collaboration avec ces derniers;

5. assurer une solide formation de base au premier cycle à tous les étudiants et y associer une bonne maîtrise des méthodes quantitatives.

4.2 Le premier cycle

Le besoin d'une formation renouvelée est situé dans les perspectives nouvelles esquissées précédemment et dans celle d'une clientèle étudiante nombreuse. On applique ensuite la nouvelle structure de programmes et on examine les aspects institutionnels pour en arriver à des recommandations.

14.2.1 Une formation de base

Une caractéristique des programmes actuels de sciences biologiques est la très grande diversité des orientations ou profils. L'étudiant a souvent la possibilité de choisir une orientation étroite et très spécialisée. Le dossier du sous-secteur sciences biologiques fait état de pas moins de 26 orientations ou profils possibles au premier cycle. Cette fragmentation en sous-disciplines est la conséquence de l'ampleur du champ couvert par les sciences biologiques et de l'absence de regroupements significatifs pour en contrer les effets négatifs.

Les programmes de formation en sciences biologiques reflètent une carence dans la maîtrise des méthodes quantitatives. Certains aspects de ce problème sont sans doute liés aux intérêts et aux aptitudes des étudiants qui choisissent de faire des études dans ce sous-secteur. Il n'en reste pas moins que la maîtrise de ces méthodes est essentielle au développement de la biologie fondamentale, ainsi qu'aux applications liées à la solution de problèmes concrets.

L'ensemble des programmes de premier cycle en sciences biologiques doit mieux refléter les besoins de développement en biologie fondamentale, la croissance d'un secteur appliqué propre aux sciences biologiques ainsi que la nécessité d'une liaison accrue dans les interfaces avec les autres secteurs. Pour ce faire, une solide formation de base couvrant l'ensemble des sciences biologiques est nécessaire. Ainsi les futurs diplômés auront accès à l'éventail des possibilités offertes.

Cependant il faudra évaluer avec soin la place accordée à la biologie humaine dans ces programmes, compte tenu de l'existence de programmes spécifiques dans ce domaine en sciences de la santé et des possibilités de collaboration présentes à cette interface.

14.2.2 Des perspectives nouvelles

Les débouchés traditionnels pour les diplômés des sciences biologiques ont été dans le passé l'enseignement et la fonction publique. Les possibilités qui ont été esquissées précédemment présentent un intérêt certain, mais elles demandent à être précisées surtout en ce qui concerne les nouveaux domaines d'application susceptibles de fournir des débouchés additionnels. A cet égard, l'intérêt considérable manifesté pour le domaine de l'environnement doit être tempéré par un certain réalisme quant aux possibilités de débouchés. Il s'agit de postes reliés à des administrations gouvernementales et la croissance ne peut qu'en être lente.

Ce travail d'identification exige une participation concertée aux interfaces ainsi qu'un échange d'information et de professeurs entre les milieux concernés. La connaissance des domaines d'application doit être intégrée à la formation de base par des enseignements faits par des praticiens de ces domaines.

Le renouvellement des corps professoraux dans les facultés de santé, particulièrement en médecine, présente des possibilités pour les biologistes, surtout dans les

enseignements fondamentaux de ces facultés. La forte demande pour ces professionnels sur le marché du travail rend moins attrayants les postes d'enseignants, ouvrant ainsi la voie à une participation accrue des fondamentalistes.

D'autre part, les départements de sciences biologiques doivent concevoir et offrir des cours de niveau élevé à l'intention de non-spécialistes des autres secteurs. Ces cours permettront aux autres secteurs d'apprécier la contribution que peuvent offrir les sciences biologiques et permettront d'établir des ponts en vue d'actions conjointes.

14.2.3 L'évolution des clientèles

Après une production modeste inférieure à 100 diplômés par année jusqu'à 1966, les sciences biologiques ont connu au cours des six années subséquentes une montée fulgurante jusqu'à un niveau de 420 diplômés par année au premier cycle en 1972. La figure 2 illustre cette évolution rapide et montre aussi que le secteur francophone, après une croissance remarquable, marque un temps d'arrêt. D'autre part le secteur anglophone, après la singularité de 1973 due à la transition des cegeps, dépasse en 1974 la production francophone, et porte le total à 534 diplômés pour cette année.

Une analyse de l'évolution des inscriptions totales et des nouvelles inscriptions n'est pas disponible sur une base continue. Cependant le tableau 3 donne certaines indications pour 1973-74. Par ailleurs les données du registre central des admissions donnent 871 nouvelles inscriptions à l'automne 1973 et une estimation assez fiable de

1 100 pour l'automne 1974; compte tenu du fléchissement anticipé par McGill pour l'automne 1975, les nouvelles inscriptions seront alors inférieures à 1 000.

Avec ces données, on peut estimer la production probable des prochaines années entre 500 et 600 diplômés par année; puis un fléchissement suivra.

Cette production massive n'est pas sans poser un sérieux problème de débouchés pour les futurs diplômés, les ouvertures traditionnelles étant proches de la saturation.

Un autre aspect du problème est mis en lumière par les données du registre central des admissions, problème d'ailleurs commun aux sciences biologiques et aux sciences physiques. Sur six candidats dans l'ensemble ainsi que dans ces deux sous-secteurs, quatre sont acceptés par les universités alors que deux s'inscrivent dans ces disciplines par rapport à 3 pour l'ensemble. Les désistements sont donc deux fois plus élevés dans ces sous-secteurs que dans l'ensemble, ce qui est corroboré par un nombre plus élevé de demandes par candidat lequel est presque deux fois plus élevé. Il y a donc des transferts abondants hors de ces deux disciplines qui font souvent l'objet d'un second choix pour les étudiants. Dans le cas des sciences biologiques, le contingentement existant dans les sciences de la santé peut expliquer une bonne partie de ces transferts et constitue un facteur externe influant sur l'évolution des clientèles.

Opération sciences fondamentales

Evolution des diplômés
en sciences biologiques
au premier cycle.

Figure:2

△ anglophones
○ francophones
• total

Source: Bureaux des registraires

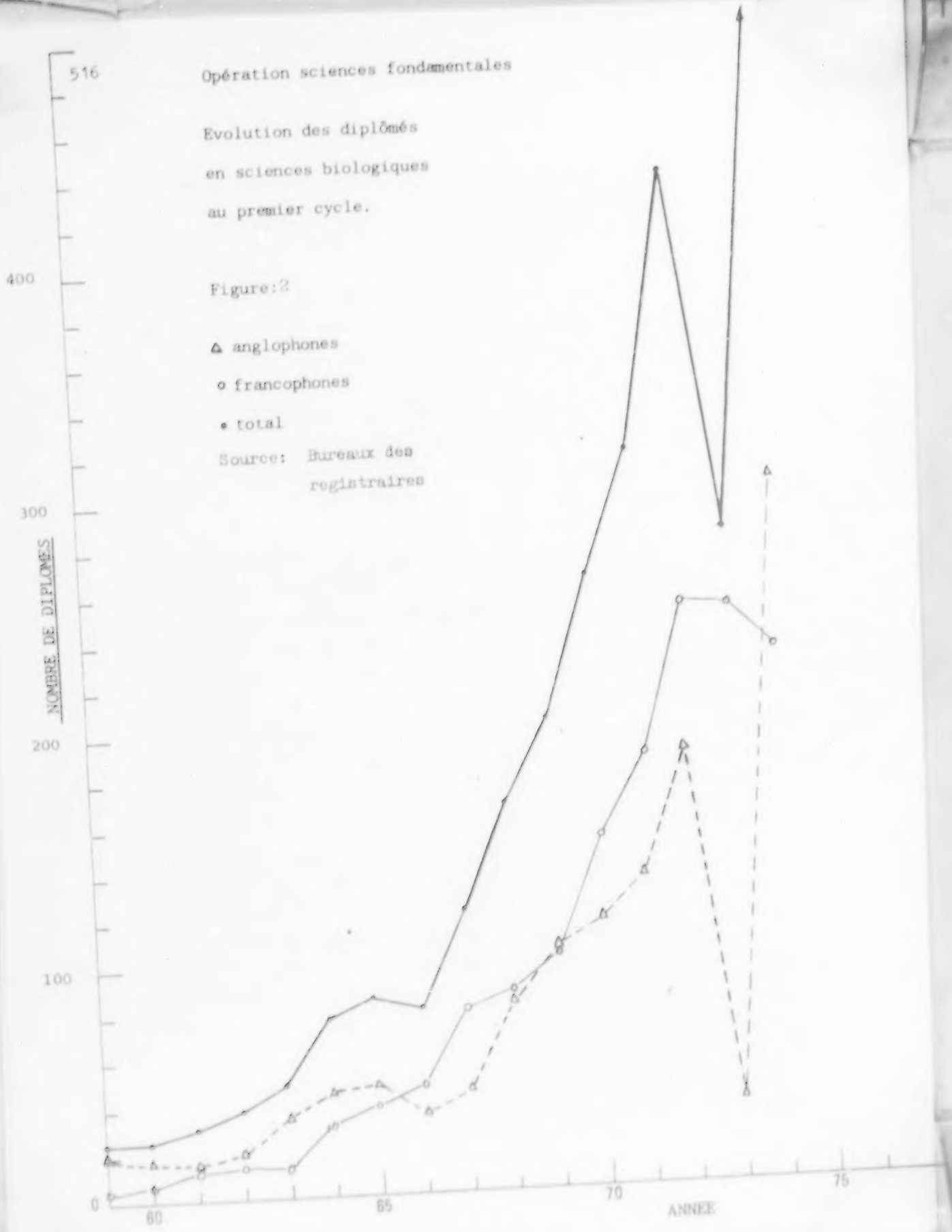


TABLEAU 3

INSCRIPTIONS AU 1er CYCLE EN 1973-74 (1)

EN SCIENCES BIOLOGIQUES

	Total		Nouvelles
	Nombre	%	
Québec francophone:	1 399	51,4	
Québec anglophone:	1 324	48,6	
Québec total:	2 723	100	871 (2)

DIPLOMES AU 1er CYCLE EN 1972 ET 1974*

EN SCIENCES BIOLOGIQUES

	1972		1974	
	Nombre	%	Nombre	%
Québec francophone:	255	57,1	233	43,8
Québec anglophone:	186	42,9	304	56,2
Québec total:	441	100	537	100

Québec: total sciences	1 729	1 328
Canada: total sciences	8 916	9 910
U.S.A. sciences biologiques	36 870	

(1) Bureaux des registraires

(2) Registre central des admissions

* Les données de 1973 comportent une singularité pour le secteur anglophone.

Tableau 4

POSITION RELATIVE DU QUEBEC (1)
EN SCIENCES ET EN AGRICULTURE

Inscriptions au 1er cycle en 1970-71

	Québec	Ontario	Canada
Sciences	6 114* (11,4%)	13 159 (24,6%)	53 522 (100%)
Agriculture	429 (12,8%)	1 146 (34,3%)	3 345 (100%)

Diplômés au 1er cycle

	1970-71	1971-72	1972-73
Québec			
Sciences	1 938** (25,1%)	1 968 (22,4%)	1 524 (17,1%)
Agriculture	114 (19,9%)	111 (18,0%)	123 (20,2%)
Ontario			
Sciences	2 585 (33,4%)	3 488 (39,7%)	3 888 (43,6%)
Agriculture	173 (30,2%)	212 (34,4%)	198 (32,5%)
Canada			
Sciences	7 330 (100%)	8 788 (100%)	8 916 (100%)
Agriculture	573 (100%)	617 (100%)	609 (100%)
U.S.A.			
Sciences	81 956 (100%)		
Sc. Bio.	35 743 (43,6%)		
Sc. Agro.	12 672 (15,5%)		

---

* dont environ 1 400 en sciences biologiques

** dont 320 en sciences biologiques

(1) Sources: Statistique Canada et Office of Education

Il faut tenir compte des remarques précédentes pour interpréter les données du tableau 4 qui donne la position relative du Québec par rapport à l'Ontario et au Canada dans les sciences et l'agriculture. La part relativement plus faible au niveau des inscriptions s'explique par les cégeps, alors que la proportion est plus équilibrée au niveau des diplômés.

Aux U.S.A., un peu plus de 40% des diplômés en sciences en 1970-71 provenaient des sciences biologiques. Au Québec, cette proportion était plus faible en 1970-71 mais elle est devenue égale en 1974.

Si on fait l'hypothèse que la proportion de diplômés en sciences biologiques est la même au Canada, il apparaît donc que dans l'ensemble la scolarisation en sciences biologiques est adéquate, mais que la participation des francophones pourrait être améliorée et que celle du secteur anglophone est très élevée. Par ailleurs des nombres imposants de diplômés en sciences biologiques vont apparaître sur le marché du travail au cours de prochaines années.

14.2.4 Une structure de programmes

Les objectifs et l'organisation du premier cycle en sciences fondamentales ont été exposées au chapitre 4. Cette structure de programmes permet de poursuivre les objectifs spécifiques qui ont été proposés pour les sciences biologiques.

Le programme spécialisé constitue l'outil principal pour dispenser une formation de base solide en sciences biologiques, tout en offrant, par la voie des cours d'application, une ouverture vers les interfaces avec d'autres secteurs. Ce type de programme correspond aux besoins des étudiants qui se destinent immédiatement au marché du travail et qui constituent la majorité des clientèles.

Toutefois, il faut admettre que l'étendue des sciences biologiques, compte tenu de la nécessité d'une formation de base solide, ne permet qu'une spécialisation dans une partie du champ d'études. En conséquence, il apparaît nécessaire de retenir une structure d'options ou de concentrations dans les grandes subdivisions du champ d'études. Ainsi le programme spécialisé en sciences biologiques sera constitué d'un tronc commun assurant à tous les étudiants une solide formation de base, suivi d'une concentration axée sur une partie significative du champ d'études. C'est le programme orienté vers une carrière.

Pour l'étudiant avec une orientation particulière ou qui désire une formation générale en sciences biologiques, le programme avec majeure constitue l'outil principal lui offrant le maximum de souplesse. Il peut ainsi s'orienter vers une carrière très particulière ou compléter sa formation dans un autre domaine, par exemple en vue d'une carrière dans un domaine para-scientifique.

Cette structure de programmes correspond à des objectifs mieux définis et doit remplacer l'éventail actuel de programmes trop étroitement spécialisés.

Le tronc commun

L'étendue du champ d'études couvert par les sciences biologiques a donné lieu à une multitude de programmes et d'orientations dont le degré de spécialisation est extrêmement variable. Afin de clarifier l'approche qui est proposée, on peut diviser les sciences biologiques en huit grandes catégories présentant chacune des caractéristiques propres:

- biologie cellulaire et moléculaire
- physiologie et anatomie
- microbiologie et immunologie
- génétique
- biologie végétale
- entomologie et parasitologie
- écologie terrestre et zoologie
- écologie marine et limnologie

Il est à noter que la biologie moléculaire constitue l'objet principal de la biochimie, mais qu'elle trouve aussi des applications en sciences biologiques. D'où son association possible à la biologie cellulaire comme objet d'étude non exclusif en sciences biologiques.

Puisque les programmes visent à former des étudiants en sciences biologiques, il y a une nécessité évidente d'un bon point de départ. Il faut que tous les étudiants reçoivent une formation de base qui leur donne accès à l'ensemble du champ d'études. Cette formation de base peut être constituée d'un tronc commun d'environ 42 crédits comportant, par exemple, des enseignements en biologie cellulaire, en génétique, en physiologie, en biologie végétale et en écologie, ainsi que des

éléments des méthodes quantitatives. Ainsi les étudiants peuvent disposer d'au moins deux sessions complètes avant de faire le choix entre le programme avec majeure et le programme spécialisé. L'inclusion d'au moins un premier cours d'application serait de nature à faciliter le choix du type de programme et éventuellement d'une concentration.

Si l'étudiant opte pour le programme avec majeure, la structure proposée au chapitre 4 permet de compléter la formation de base par un choix de quelques cours additionnels en sciences biologiques et dans les domaines d'application, avec en plus les cours de sensibilisation et les cours libres en dehors de la majeure.

Les concentrations

Comme il a déjà été souligné, l'étendue des sciences biologiques ne permet pas une approche globale, mais elle conduit plutôt à un tronc commun suivi d'une concentration dans une partie du champ.

Selon les indications données au chapitre 4 sur la structure du programme spécialisé en sciences fondamentales, et compte tenu du tronc commun de 42 crédits proposé précédemment, il est possible de concevoir un programme spécialisé en sciences biologiques avec concentration dans une partie du champ d'études, ce programme pouvant répondre aux besoins propres des sciences biologiques et aux exigences des liaisons avec d'autres secteurs. Un tel programme aurait la structure suivante:

		au moins
- discipline et applications		65 crédits dont
tronc commun	42 crédits	48 crédits
cours à option	11-18 crédits	et
applications	12-14 crédits	12 crédits
- cours de sensibilisation		10 crédits
- cours libres		6 crédits

Ainsi la concentration se présente comme un ensemble significatif de cours spécifiques à une partie des sciences biologiques (11 à 18 crédits) et de cours d'application qui y sont reliés (12 à 14 crédits), se différenciant donc d'une façon évidente du programme avec majeure, lequel ne donne pas lieu à une telle concentration.

Pour l'ensemble des sciences biologiques, le nombre de concentrations ne devrait pas dépasser le nombre de grandes subdivisions du champ d'études, tel qu'exposé précédemment. En effet, la concentration ne doit pas donner lieu à une spécialisation étroite. Pour un programme donné, le nombre de concentrations qui peuvent être offertes dépend des orientations du département, des ressources disponibles et des clientèles inscrites.

Certaines concentrations peuvent présenter un intérêt particulier pour d'autres secteurs et donner lieu ainsi à l'organisation de programmes conjoints. C'est le cas notamment de la microbiologie, de la physiologie, de la biologie végétale et de l'entomologie. Dans ce cas, la participation conjointe aux enseignements peut conduire naturellement à une identification du programme par le contenu de la concentration. On peut ainsi avoir un programme spécialisé en microbiologie, offert conjointement par les facultés de sciences et de médecine. Ce programme peut être structuré avec le même tronc commun et une concentration dont les enseignements sont répartis entre les partenaires selon les ressources et les intérêts respectifs. Naturellement de tels programmes conjoints doivent faire l'objet d'une entente entre les parties intéressées, mais on peut noter qu'il en existe déjà.

Conséquences sur les programmes existants

L'application de la nouvelle structure de programmes, dont les modèles ont été développés précédemment, doit d'abord donner lieu à un réaménagement de la formation de base en sciences biologiques. Cette formation de base est constituée par un tronc commun d'environ 42 crédits qui permet à tous les étudiants d'acquérir les concepts fondamentaux des sciences biologiques, de façon à leur permettre ensuite l'accès à une des trois voies:

- programme avec majeure en sciences biologiques leur laissant une large initiative personnelle;

- programme spécialisé en sciences biologiques, avec concentration dans une partie importante du champ;

- programme spécialisé conjoint analogue au précédent, mais plutôt identifié par la concentration choisie et dont les enseignements sont répartis entre deux facultés.

Pour les universités francophones, cela veut dire une amélioration de la formation de base pour tous les étudiants et une réduction de la spécialisation dans certains cas. Il y a des implications pour le choix des concentrations à offrir et à développer, compte tenu de la possibilité et de l'intérêt d'offrir des programmes conjoints. Enfin, il y a l'organisation du programme avec majeure qui remplacera dans bien des cas les options en biologie générale.

Pour les universités anglophones, cela veut dire une clarification dans les niveaux des programmes, le "major" actuel rejoignant souvent le spécialisé francophone et le "honours" maintenant toujours en plus des exigences élitistes. C'est donc un ajustement des programmes actuels en fonction des exigences minimales associées aux deux niveaux distincts proposés pour le programme avec majeure et pour le programme spécialisé. Quant aux programmes "honours", les universités anglophones restent libres, si elles désirent les maintenir, d'en faire des cheminements particuliers des programmes spécialisés, par le biais des règlements pédagogiques.

L'O.S.P. considère que les réaménagements proposés vont engager les départements de sciences biologiques dans un processus d'évaluation de leurs activités et de leurs orientations au premier cycle. Ce processus devrait normalement conduire à une meilleure formation pour les étudiants et à un renforcement du potentiel de participation aux interfaces pour les futurs diplômés, tout autant que pour les départements eux-mêmes.

14.2.5 Aspects institutionnels

L'examen des aspects institutionnels des programmes de premier cycle ne vise pas à l'exhaustivité, mais plutôt à un dégagement de caractéristiques particulières. On ne doit pas confondre ici la question des concentrations avec celle des champs de spécialisation, cette dernière étant traitée à l'article recherche.

Nous avons déjà indiqué précédemment que les quelques huit concentrations possibles en sciences biologiques ne sont pas associées automatiquement à chacune des universités. Par ailleurs, nous ne possédons pas suffisamment de données précises pour identifier des concentrations dans chaque université. Nous pouvons simplement noter qu'il y a une relation entre les ressources professorales, la clientèle étudiante et le nombre possible de concentrations offertes dans une université.

A l'Université Laval, on trouve une conjoncture particulièrement favorable à l'égard du domaine des ressources renouvelables. S'y trouvent réunies la seule faculté francophone en sciences de l'agriculture et de l'alimentation,

la seule faculté de foresterie au Québec et de fortes composantes en nutrition et en biochimie. Il apparaît donc très opportun que cette université mette l'accent sur cet axe de développement et que son département de sciences biologiques oriente ses activités dans ce sens, particulièrement en biologie végétale et en entomologie. L'Université Laval devrait d'autre part encourager le développement de programmes avec majeure scientifique, dont les sciences biologiques, dans le domaine du journalisme scientifique. Enfin, elle devrait adopter le modèle de programme conjoint pour son baccalauréat spécialisé en microbiologie et explorer la possibilité de l'appliquer au domaine des ressources renouvelables.

L'Université de Montréal a des activités considérables en sciences de la santé, mais cette orientation majeure ne correspond pas à des activités reliées à son département de sciences biologiques. D'autres universités ont pourtant des affinités plus évidentes entre les deux types d'activités. Compte tenu de l'importance de la contribution de cette université aux sciences de la santé, elle devrait réexaminer les orientations actuelles de son département de sciences biologiques en fonction d'une plus grande contribution de ce dernier à l'aspect fondamental des activités dans ce secteur. L'actuel programme spécialisé en microbiologie présente à ce point de vue toutes les caractéristiques d'un programme conjoint avec la Faculté de médecine. D'autre part, avec une présence unique en sociopolitique des sciences et en traduction scientifique, elle devrait favoriser l'orientation des programmes avec majeure dans une discipline scientifique, dont les sciences biologiques, vers une formation dans ces domaines connexes.

A l'Université de Sherbrooke, on peut déjà déceler certaines liaisons entre les sciences biologiques et les sciences de la santé. On pense particulièrement à la physiologie de la digestion et à la biologie cellulaire et moléculaire. Compte tenu de la conjoncture favorable qui existe dans cette université grâce à la structure particulière de sa faculté de médecine, elle devrait favoriser le développement de ces liaisons en vue de renforcer cet axe de développement. Une première étape pourrait être l'élaboration d'un programme conjoint dans la concentration physiologie.

L'Université du Québec est encore en plein développement, mais on peut cependant déceler certaines orientations dans ses unités constituantes. A l'UQAM, l'alimentation appliquée pourrait susciter des activités d'appui en sciences biologiques. A l'UQTR, il en va de même pour l'environnement des loisirs. La constituante de Rimouski a déjà une vocation affirmée en sciences marines. Quant à Chicoutimi, son orientation reste à définir. La trame générale favorise donc surtout le développement de programmes spécialisés orientés vers des domaines d'application.

L'Université McGill a une longue tradition en sciences de la santé et cet axe se reflète dans ses activités en sciences biologiques. Elle devrait maintenir la qualité de ses activités en sciences biologiques axées sur la santé, mais les aménager selon le modèle du programme spécialisé conjoint avec concentration. Par ailleurs, les activités en sciences biologiques reliées aux ressources renouvelables sont pratiquement toutes concentrées dans sa Faculté d'agriculture sur le campus Macdonald. Sans constituer un axe de

développement, ces activités correspondent à des besoins dans le secteur anglophone. De plus les sciences biologiques d'appui sont déjà intégrées à ces activités, comme en témoigne l'existence d'une option en sciences biologiques dans le cadre du programme de baccalauréat en sciences agronomiques. En outre, l'Université McGill offre plusieurs "Major" dits de formation intensive dans une subdivision des sciences biologiques: physiologie, microbiologie, écologie, génétique, neurologie, anatomie, etc... et qui conduisent à une spécialisation prématurée; ils devraient être abandonnés en faveur du nouveau programme avec majeure ou du nouveau programme spécialisé, selon le cas.

L'Université Concordia a choisi d'oeuvrer dans des domaines particulièrement pertinents aux besoins du milieu. Son orientation dans les sciences biologiques ne reflète pas encore cette préoccupation. Elle devrait donc mettre l'accent sur le programme avec majeure et se définir une orientation dans le cadre d'un programme spécialisé avec une ou deux concentrations. Ces choix devraient se faire dans le cadre d'un regroupement de toutes ses ressources en sciences biologiques.

L'Université Bishop's possède une longue tradition de formation générale dans les arts et les sciences. L'ensemble des activités en sciences a été traité au chapitre 11 sur la chimie. Compte tenu de la nature des sciences biologiques et de l'orientation de cette université, l'accent devrait être mis sur le programme avec majeure. Cependant le programme spécialisé pourrait être offert si la clientèle étudiante le justifie, en faisant le choix d'une concentration appropriée.

14.3 Le deuxième cycle

Après un examen de la situation créée par la présence d'agents multiples dans les sciences de la vie, on essaie de définir le rôle des sciences biologiques. Considérant ensuite l'évolution de la clientèle étudiante au deuxième cycle et l'éventail des programmes proposés, on tente d'identifier la contribution possible de chacune des universités.

14.3.1 L'incidence des agents multiples

Si les secteurs professionnels oeuvrant dans les sciences de la vie ont une influence déjà perceptible au premier cycle en sciences biologiques, cette influence prend une ampleur marquée au deuxième cycle. Elle se fait sentir autant dans l'aspect fondamental que dans l'appliqué. De plus l'appartenance sectorielle est déjà moins claire à ce niveau, surtout dans le cas des sciences de la santé où un étudiant peut postuler un grade en sciences biologiques, tout en étant inscrit en faculté de médecine.

Ainsi les facultés de médecine accueillent presqu'autant d'étudiants au deuxième cycle en sciences biologiques dans leurs départements de sciences fondamentales que les facultés de sciences dans leurs départements de biologie. Cette clientèle étudiante provient en grande majorité des diplômés en sciences biologiques des facultés de sciences.

Il existe également dans les facultés d'agriculture et de foresterie des activités qui touchent d'assez près les sciences biologiques. Ceci est particulièrement le cas à l'Université McGill où la Faculté d'agriculture domine dans plusieurs champs de spécialisation qu'on retrouve ailleurs en sciences biologiques: microbiologie végétale et entomologie entre autres.

Par ailleurs, de nouveaux domaines d'application se dessinent, tels que l'alimentation et le génie biologique. Ces domaines retiennent présentement l'intérêt des secteurs professionnels.

Ainsi les maîtrises dans des domaines d'application tendent à se faire en dehors des départements de sciences biologiques. Il y a même des maîtrises avec spécialisation dans un champ disciplinaire des sciences biologiques qui se font en dehors de ce cadre. Il reste aux départements de sciences biologiques l'écologie et l'environnement qui ont relancé l'aspect appliqué et que l'on va même jusqu'à qualifier de professionnel. Une mise au point s'impose ici. Il ne faut pas confondre le niveau opératoire des sciences fondamentales, que l'on qualifie parfois de professionnel dans le milieu universitaire, avec le niveau professionnel qui correspond à un ensemble identifié de fonctions de travail.

On peut conclure que la présence de ces agents multiples constitue une incitation pour les départements de sciences biologiques à identifier leurs contributions possibles, à chercher des domaines où une collaboration est opportune et à définir leur rôle propre dans le développement du champ d'études. Autrement il y a danger d'atrophie des sciences biologiques qui perdront peu à peu leur pertinence et leur identité.

14.3.2 Le rôle des sciences biologiques

Il faut admettre au départ que la biochimie est maintenant une discipline quasi autonome et que la biologie humaine se définit une identité propre. Elles étaient autrefois des subdivisions des sciences biologiques, mais elles se rattachent maintenant très fortement aux sciences de la santé. Par ailleurs elles attirent des ressources et des clientèles étudiantes importantes qui assureront leur développement

L'effort des départements de sciences biologiques doit surtout porter sur des domaines où leur contribution pourrait être plus significative. On doit également comprendre ici que les sciences de la santé, prises comme domaine d'application des sciences biologiques ou bien identifiées comme aspect à développer, ne mènent pas à faire de la biologie humaine en sciences biologiques.

Les programmes de deuxième cycle en sciences biologiques doivent être conçus comme un outil flexible qui permettra aux départements de sciences biologiques de former les spécialistes en réponse aux besoins, d'établir des collaborations avec d'autres secteurs et d'assurer un potentiel de candidats en vue du développement du champ. Ces divers objectifs peuvent être poursuivis avec l'aide de l'éventail de programmes proposés au chapitre 5.

Ces objectifs proposés aux départements de sciences biologiques exigent cependant une concertation dans les efforts et dans la répartition des initiatives, selon les orientations propres à chaque université. L'étendue de la discipline et les nombreuses interfaces concourent à en démontrer la nécessité.

14.3.3 L'évolution des clientèles

On a fait état au chapitre 2 du taux de poursuite des études de deuxième et de troisième cycle chez l'ensemble des diplômés de premier cycle des universités québécoises, tant anglophones que francophones. L'étude de l'O.S.P. sur les profils de carrière présente également ces taux pour diverses disciplines. Il est intéressant de considérer ici ces taux pour les diplômés de premier cycle en sciences biologiques.

Considérons ici la maîtrise. Du côté anglophone en sciences biologiques, le taux de poursuite au deuxième cycle a connu une croissance de 1963 à 1968, passant de 43% à 53%, avant de redescendre à 35% en 1972, alors que le taux pour l'ensemble des disciplines s'est maintenu assez stable autour de 40%.

Du côté francophone, la croissance s'est faite de 1965 à 1969, passant de 30% à 50%, avant de redescendre à 35% en 1972.

On peut noter, depuis 1969 et pour les deux secteurs linguistiques, un écart plus grand entre les groupes "complété" et "entrepris". Cet écart ne peut s'expliquer entièrement par le délai de production du système, indiquant donc un plus fort pourcentage d'abandons depuis sept ou huit ans.

Si on examine la composition du stock des diplômés en sciences selon la discipline principale de formation et le cycle du dernier diplôme obtenu, on peut constater que 1 sur 5 de ceux qui déclarent la biologie comme discipline principale de formation a terminé au niveau de la maîtrise. C'est d'ailleurs la même chose pour l'ensemble des quatre disciplines principales de formation. Par contre, 1 sur 3 de ceux qui déclarent "autres disciplines" a terminé avec une maîtrise, indiquant que le transfert hors de ces disciplines des sciences fondamentales se pratique volontiers au niveau de la maîtrise.

Tel qu'il a été souligné précédemment, l'identification des inscriptions au deuxième cycle en sciences biologiques ne peut pas toujours être rattachée à une appartenance départementale. Si le diplôme postulé est le même, les écoles de gradués ne fournissent pas toujours une ventilation selon l'appartenance. Comme l'indique le dossier du sous-secteur des sciences biologiques de l'O.S.P., la clientèle en faculté de médecine est presque égale à celle en faculté de sciences.

Tableau 5

INSCRIPTION AU 2e CYCLE EN 1973-74
EN SCIENCES BIOLOGIQUES

	Nombre	%
Québec francophone	384	74,5
Québec anglophone	81	25,7
Québec total	515	100

DIPLOMES AU 2e CYCLE EN 1973
EN SCIENCES BIOLOGIQUES

	Nombre	%
Québec francophone	43	57,3
Québec anglophone	32	42,7
Québec total	75	100

POSITION RELATIVE DU QUEBEC EN 1970-71 (1)
EN SCIENCES BIOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES

	Inscriptions* 1970-71	Diplômés de 2e cycle 1970-71	1971-72	1972-73
Québec	430 (16,5)	114 (20,6)	105 (19,3)	93 (19,6)
Ontario	854 (32,8)	195 (35,3)	198 (36,5)	153 (32,3)
Canada	2 606 (100)	552 (100)	543 (100)	474 (100)

U.S.A.

Sciences biologiques	5 728
Sciences agronomiques et ressources	2 457

---

* Inscription au 2e cycle et 3e cycle

(1) Source: Statistique Canada, op. cit.

Opération sciences fondamentales

Evolution des diplômés

en sciences biologiques

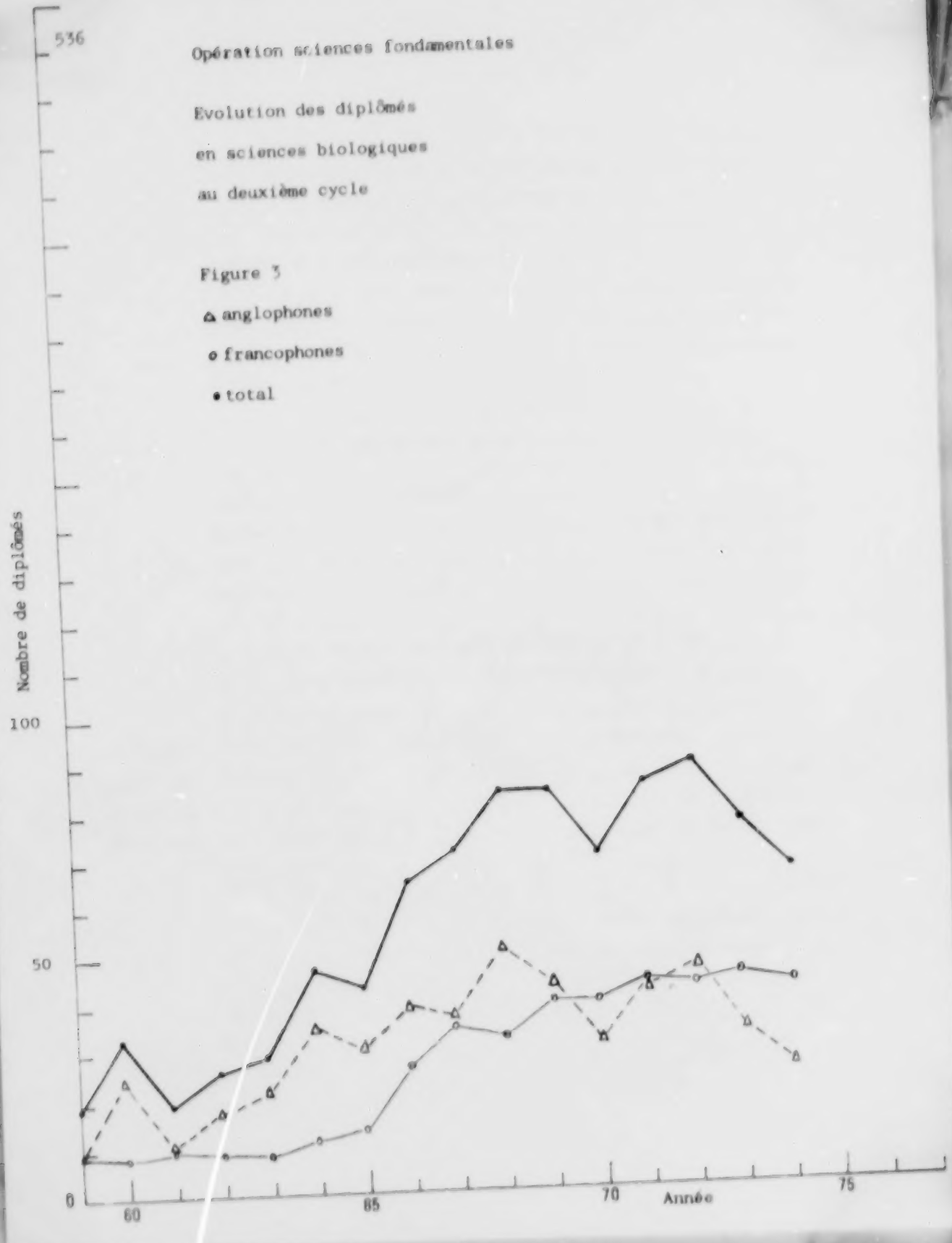
au deuxième cycle

Figure 3

△ anglophones

o francophones

• total



Le tableau 5 indique qu'en 1973-74 les inscriptions totales de 315 étudiants étaient raisonnablement réparties entre les secteurs francophone et anglophone. Par contre, les 75 diplômés en 1973 se répartissent différemment, le secteur francophone comptant pour 57,3%. Il faut donc supposer que les inscriptions francophones se sont accrues ces deux dernières années et conduiront à une augmentation du nombre de diplômés dans ce secteur. Ce nombre est demeuré stable aux environs de 45 depuis 1969.

Le graphique de la figure 3 montre d'ailleurs l'évolution des diplômés de deuxième cycle en sciences biologiques depuis 1959. On constate que ce n'est que depuis 1970 que le secteur francophone contribue plus que 50% à cette production. Durant cette période, la production du secteur anglophone a connu des fluctuations beaucoup plus marquées et semble maintenant connaître un fléchissement. La présence d'une abondante clientèle au premier cycle en sciences biologiques rend aléatoire toute tentative d'extrapolation. On peut cependant prévoir qu'elle contribuera à un accroissement de la production de diplômés au cours des prochaines années.

La position relative du Québec en sciences biologiques et agronomiques par rapport à celle de l'Ontario dans l'ensemble du Canada est donnée au tableau 5. Il n'est pas possible de ventiler selon ces deux catégories ailleurs, mais au Québec la contribution des sciences biologiques est aux environs de 75%. Ces données montrent que la contribution du Québec est un peu faible par rapport à sa population, surtout au niveau des inscriptions.

On peut donc conclure qu'il y a place pour un développement du secteur francophone au deuxième cycle en sciences biologiques et agronomiques. Les clientèles étudiantes de premier cycle étant abondantes, le défi est donc de les attirer par des programmes qui répondent à leurs aspirations et aux besoins. Il faut surtout se garder contre le mythe de l'environnement comme panacée universelle pour atteindre cet objectif. La solution réside plutôt dans le développement de programmes axés sur des domaines d'application, soit propres aux sciences biologiques soit conjoints avec des secteurs professionnels.

14.3.4 Un éventail de programmes

On a proposé au chapitre 5 un éventail de programmes qui permettent de répondre aux besoins de niveau épistémologique et de niveau opératoire. Les outils sont là et la clientèle étudiante également. Il reste donc à formuler des programmes qui tiennent compte de la conjoncture présente.

Les sciences de la santé étant déjà bien organisées et accueillant la moitié de la clientèle étudiante actuelle, il faut donc mettre l'accent sur les autres domaines d'application qui ne sont pas aussi développés.

Compte tenu des efforts à consacrer au développement propre des sciences biologiques par des programmes de maîtrise avec spécialisation dans un champ disciplinaire, l'effort principal doit porter sur la mise en oeuvre de maîtrises avec spécialisation dans un domaine d'application.

Dans les deux cas cependant, il faut étudier sérieusement la mise en oeuvre de programmes conjoints qui correspondent à des activités aux interfaces des sciences biologiques avec d'autres secteurs et qui font appel à une collaboration et une mise en commun de ressources.

Dans cette optique, une contribution importante des sciences biologiques serait la préparation de cours complets et de niveau approprié à l'intention de non-spécialistes des sciences biologiques. Une telle contribution favoriserait considérablement le développement de ces collaborations. Il ne faudrait pas oublier ici que les domaines d'application présentent toujours des problèmes concrets dont les solutions font presque toujours appel aux méthodes quantitatives.

On peut citer comme exemples de spécialisation dans des domaines d'application la microbiologie végétale, la microbiologie humaine et la pathologie végétale. Ce type de spécialisation, s'il n'a pas sa place au premier cycle, est tout à fait approprié au deuxième cycle. On peut également trouver des exemples en biologie de la faune, en alimentation et en pêcheries entre autres.

Enfin le modèle de maîtrise professionnelle proposé au chapitre 5 peut être utilisé dans des champs professionnels d'activité. On peut citer les champs de la conservation de la faune et celui des pêcheries qui présentent toutes les caractéristiques requises pour une implantation fructueuse de telles maîtrises. Ces deux cas devraient faire l'objet d'une étude d'implantation sérieuse en collaboration avec les milieux intéressés et concernés.

14.3.5 Aspects institutionnels

Le traitement des aspects institutionnels des enseignements de deuxième cycle ne vise pas à l'exhaustivité quant aux champs de spécialisation et aux domaines d'application. Les sciences biologiques comprennent un nombre impressionnant de champs de spécialisation et les ressources consacrées à chacun dans chaque université ne sont pas souvent identifiables. Il s'agit plutôt de relever des traits dominants et des caractéristiques intéressantes, en vue d'amorcer un processus d'identification de ces champs qui devrait conduire à des regroupements significatifs et à des choix institutionnels. Cette question est d'ailleurs traitée plus en détail ailleurs dans le chapitre.

L'Université Laval offre de nombreux programmes de maîtrise dans des domaines des sciences biologiques, agronomiques et forestières. Ces programmes couvrent la gamme du fondamental, de l'appliqué et du professionnel et plusieurs comportent des aspects d'intérêt commun. Avec un accent en ressources renouvelables et des ressources humaines considérables dans ces domaines, l'Université Laval est la mieux placée pour développer et appliquer le concept de programme conjoint. Ces programmes peuvent se faire en vue d'une spécialisation dans une subdivision de sciences biologiques tout autant que dans un domaine d'application, mais ce dernier aspect présente un cadre beaucoup plus favorable pour développer l'approche. Dans cette optique, les travaux de l'Opération Sciences de la Santé ont démontré l'intérêt et le besoin pour des diplômés de maîtrise formés en microbiologie clinique. Offrant déjà une maîtrise en microbiologie, l'Université Laval devrait s'intéresser au

développement d'une option clinique pour ce programme. Quant au modèle de maîtrise professionnelle, l'Université Laval est la mieux placée pour expérimenter ce concept, nouveau en sciences fondamentales, dans les domaines de la faune et des pêcheries.

L'Université de Montréal ne présente pas de caractéristiques très définies en sciences biologiques. On peut noter que les ressources humaines sont fortes dans la biologie animale et on perçoit un certain intérêt pour la biologie des eaux douces, en relation avec les problèmes écologiques. D'autre part, la botanique a fait l'objet de considérations depuis plusieurs années, mais sans donner lieu à une orientation particulière. Si l'on tient compte de l'importance de ses activités dans les sciences de la santé, on pourrait souhaiter une meilleure structuration de ses activités en sciences biologiques en fonction d'orientations plus définies.

L'Université de Sherbrooke offre une maîtrise traditionnelle en sciences biologiques et une maîtrise en environnement. Compte tenu de son contexte particulier et de la faible clientèle étudiante, elle devrait mettre l'accent sur une concentration en relation avec les sciences de la santé et un ou deux domaines d'application qui en découlent. Ces activités devraient comporter une collaboration avec la Faculté de médecine. Une clarification des objectifs de la maîtrise en environnement permettrait peut-être de regrouper les intérêts en dehors de cette grande orientation.

A l'Université du Québec, les orientations des constituantes sont encore en définition. La constituante de Montréal oeuvre en environnement et présente des caractéristiques qui, en sciences biologiques, ressemblent à celles de l'Université de Montréal. On pourrait souhaiter une meilleure structuration des activités en vue d'éviter des dédoublements inutiles. Il y aurait lieu d'examiner le potentiel que présentent les activités en alimentation appliquée comme voie de développement des sciences biologiques. La constituante de Trois-Rivières est engagée dans des activités en environnement que l'on souhaiterait plus orientées vers l'environnement des loisirs, en accord avec un de ses axes majeurs. Celle de Rimouski devrait canaliser ses efforts vers les activités en océanographie. Quant à la constituante de Chicoutimi, elle devrait orienter sa contribution vers des collaborations dans des programmes conjoints. Enfin l'INRS s'est définie une orientation appliquée dans les sciences de l'eau, ce qui comprend une contribution significative des sciences biologiques à ce domaine d'application.

L'Université McGill offre des programmes de maîtrise en sciences biologiques dans de nombreux champs de spécialisation et domaines d'application qui recouvrent l'ensemble des sciences de la vie. Avec une longue tradition en sciences de la santé, elle devrait apporter un soin particulier au réaménagement de ses activités en sciences biologiques en relation avec ce secteur, en vue de mettre l'accent sur des domaines d'application et des spécialisations disciplinaires correspondant à ses orientations. Quant aux activités en sciences biologiques en relation avec les ressources renouvelables, elles devraient faire l'objet d'un examen en vue d'identifier un ou deux domaines d'application qui répondent à des besoins du Québec en la matière.

L'Université Concordia ne semble pas avoir d'orientation définie dans ses activités de deuxième cycle en sciences biologiques. Elle devrait donc restructurer son programme selon le modèle d'une spécialisation dans un domaine d'application et se choisir un tel domaine en relation avec sa vocation particulière.

L'Université Bishop's a une vocation particulière et des ressources professorales en sciences biologiques qui ne permettent pas d'offrir un programme de maîtrise dans cette discipline, selon les objectifs et l'organisation proposés par l'O.S.P. Elle devrait donc abandonner ses activités actuelles à ce niveau.

14.4 Le troisième cycle

On tente d'abord de situer la présence marquante des sciences de la santé dans les programmes de troisième cycle en sciences biologiques, puis on considère les activités en ressources renouvelables pour en venir ensuite au problème du développement de la discipline. Après une brève revue des aspects institutionnels, on tente de tirer quelques conclusions.

14.4.1 Les biologistes en milieu de santé

Le phénomène principal au niveau du troisième cycle en sciences biologiques est la prépondérance marquée des facultés de médecine qui attirent presque les deux tiers des étudiants en sciences biologiques inscrits à ce niveau. Ces facultés comptent autant d'effectifs consacrés aux sciences biologiques que l'ensemble des départements de biologie.

La biologie humaine reçoit ainsi une attention disproportionnée par rapport au reste du champ d'études. Cet état de choses est encore amplifié par la disponibilité des ressources physiques et financières dans le domaine de la santé qui dépassent largement celles qui sont accessibles dans les autres sciences de la vie.

Cette polarisation a largement profité à la biologie humaine qui connaît des développements considérables, mais elle ne va pas sans des conséquences sérieuses pour le développement de l'ensemble du champ d'études. Sans minimiser l'importance de la biologie humaine, il est clair que les autres sciences de la vie n'ont pas reçu une attention suffisante et qu'un effort particulier doit être fait dans le domaine des ressources renouvelables pour rétablir l'équilibre et répondre aux besoins évidents dans ce domaine.

14.4.2 Le domaine des ressources renouvelables

Point n'est besoin de nos jours de souligner l'importance que revêt le domaine des ressources renouvelables. Le Québec est largement pourvu sous ce rapport, mais l'exploitation qui en est faite manque de perspectives à long terme et d'un sain équilibre dans leur exploitation. Le problème demeure aussi évident que l'on parle d'agriculture, de ressources forestières ou de pêches maritimes.

Si un effort de pertinence doit être consenti par les sciences biologiques à l'endroit des besoins de notre société, il semble particulièrement opportun qu'il soit dirigé vers les problèmes du développement des ressources renouvelables. Une telle orientation est plus prometteuse à long terme que la polarisation actuelle sur l'environnement. Cette polarisation est uniquement un indice du désir de rétablir un équilibre rompu par un accent trop marqué sur une économie de consommation.

Quoi qu'il en soit des fondements sociaux du problème actuel, son importance est indéniable mais les ressources disponibles pour l'attaquer restent limitées. Il apparaît donc impératif que des regroupements significatifs se fassent dans les universités et que les collaborations nécessaires s'établissent entre elles.

Les programmes de troisième cycle constituent encore l'outil le plus puissant pour former des professionnels praticiens, tout autant que des enseignants et des chercheurs. Une action concertée de développement à ce niveau répond à des besoins et est nécessaire à cause de la concentration des ressources requises et de la faible fréquentation des programmes de troisième cycle. Pour le doctorat, la situation est la même du côté francophone et du côté anglophone. Depuis 1965, le taux de poursuite au troisième cycle des diplômés de premier cycle en sciences biologiques est passé de 40% à moins de 10% en 1972. Cette évolution reproduit d'ailleurs la situation de l'ensemble du secteur des sciences fondamentales.

Si on examine la composition du stock des diplômés selon la discipline principale de formation (déclarée) et le cycle du dernier diplôme obtenu, on constate que deux fois plus d'anglophones que de francophones ont terminé au niveau du doctorat, soit 1 sur 3 par rapport à 1 sur 7, et ceci tant pour la biologie que pour les quatre disciplines principales des sciences.

14.4.3 Le développement de la discipline

Comme nous venons de le voir, le secteur des sciences de la santé consomme une bonne moitié des ressources humaines disponibles en sciences biologiques. Par ailleurs le domaine des ressources renouvelables commande une attention particulière. Il ne reste donc pas beaucoup de ressources à consacrer au développement propre du champ d'études.

Pourtant il faut vivre avec ces trois priorités simultanées et composer avec les exigences qu'elles imposent. Sans perdre de vue la pertinence qui s'impose, même au niveau du troisième cycle, il faut trouver le moyen d'assurer le développement fondamental des sciences biologiques.

Si l'on tient compte des indications données au chapitre 6 sur l'organisation du troisième cycle, il devient évident qu'une concertation et un partage des tâches s'imposent.

Il revient aux départements de sciences biologiques d'accepter ce défi et de le relever.

14.4.4 L'évolution des clientèles

Il est inutile de souligner encore une fois ici l'orientation préférentielle des étudiants inscrits au troisième cycle en sciences biologiques vers les sciences de la de la santé. Il suffit de voir que, sur une trentaine de diplômés par année, à peine une dizaine s'orientent vers les autres domaines des sciences biologiques.

La figure 4 montre que, depuis une dizaine d'années, la production de diplômés s'est maintenue à ce niveau d'environ 30, avec une répartition à peu près égale entre les secteurs francophone et anglophone. Ce n'est que depuis deux ou trois ans que la production francophone est légèrement supérieure.

Le tableau 6 donne les inscriptions et les diplômés en sciences biologiques pour 1973-74. Quant à la position relative en 1970-71 du Québec par rapport à l'Ontario dans le Canada, on constate une participation plus faible au niveau des inscriptions et à peu près normale au niveau des diplômés, si l'on rapporte ces chiffres aux populations respectives. Les données pour 1972-73 indiquent cependant un fléchissement dans les inscriptions et les diplômés en sciences biologiques et agronomiques, mais plus marqué pour le Québec que pour le Canada. Au Québec, ce fléchissement semble toucher particulièrement les sciences agronomiques. Si l'on tient compte cependant de la contribution importante de la Faculté d'agriculture de l'Université McGill à ce niveau, il devient évident que la contribution du secteur francophone pourrait être améliorée.

Opération sciences fondamentales

Evolution des diplômés

en sciences biologiques

au troisième cycle

Figure 4

Tableau 6

INSCRIPTIONS AU 3e CYCLE EN 1973-74
EN SCIENCES BIOLOGIQUES

	Nombre	%
Québec francophone	104	53,3
Québec anglophone	91	46,7
Québec total	195	100

DIPLOMES AU 3e CYCLE EN 1973 EN
SCIENCES BIOLOGIQUES

	Nombre	%
Québec francophone	19	61,3
Québec anglophone	12	38,7
Québec total	31	100

POSITION RELATIVE DU QUEBEC
EN SCIENCES BIOLOGIQUES ET AGRONOMIQUES (1)

	1970-71		1972-73	
	Inscriptions* Nombre (%)	Diplômés Nombre (%)	Inscriptions* Nombre (%)	Diplômés Nombre (%)
Québec	430 (16,5)	59 (21,4)	297 (14,5)	33 (13,2)
Ontario	854 (32,8)	98 (35,5)	618 (30,2)	87 (34,9)
Canada	2 606 (100)	276 (100)	2 043 (100)	249 (100)

* Inscriptions aux 2e et 3e cycles

(1) Source: Statistique Canada, op. cit.

14.4.5 Aspects institutionnels

Compte tenu des propositions et recommandations formulées au chapitre 6 sur l'organisation du troisième cycle quatre universités possèdent actuellement les ressources requises. La notion de regroupement ne s'applique pas de la même façon en sciences biologiques que dans les autres disciplines. Toutefois la situation qui prévaut actuellement n'est pas celle que l'on pourrait souhaiter pour offrir des programmes de qualité au niveau du troisième cycle en sciences biologiques.

L'Université McGill occupe une position enviable pour maintenir la contribution des sciences biologiques aux sciences de la santé. Elle devrait donc continuer son action dans ce secteur.

L'Université Laval, forte d'abondantes ressources et d'un intérêt particulier pour le domaine, devrait structurer sa contribution au domaine des ressources renouvelables et y faire porter le gros de ses efforts.

Les Universités de Montréal et de Sherbrooke ont un intérêt dans les sciences de la santé, mais la contribution des sciences biologiques y est actuellement faible. Elles devraient donc assumer une responsabilité particulière pour le développement de la discipline dans les champs de spécialisation qui ne touchent pas les deux grands domaines précités.

Ces considérations sont évidemment contingentes à l'identification et à la mise en place d'une structure des champs de spécialisation en sciences biologiques. Cette question est traitée plus loin.

14.5 La recherche

On esquisse d'abord un bref schéma de la situation actuelle avec les diverses contributions et les subventions de recherche. Puis on se réfère au modèle d'organisation recommandé par l'O.S.F. pour ensuite aborder la question des champs de spécialisation. On complète par une revue des aspects institutionnels pour en arriver à des recommandations.

14.5.1 Les diverses contributions

On a déjà souligné la nature particulière des sciences biologiques: ampleur du domaine, nombreuses interfaces avec d'autres secteurs ou domaines professionnels. L'existence de ces interfaces a conduit à de multiples collaborations, mais il faut constater que les initiatives sont venues souvent des secteurs professionnels qui ont par la suite pris en charge la direction des activités résultantes.

On peut citer comme exemple quelques chiffres déjà mentionnés: plus de 50% des étudiants des 2e et 3e cycles en sciences biologiques sont en facultés de médecine lesquelles comptent autant de biologistes que l'ensemble des départements de sciences biologiques; en outre 50% des effectifs biologistes en médecine sont des scientifiques. Le tableau 7 fournit des indications sur la position des sciences biologiques et agronomiques au Québec par rapport à l'Ontario et au Canada.

Il faut en outre souligner l'activité des sciences agronomiques dans le domaine de l'alimentation, celle des sciences forestières en biologie végétale et en écologie et celle de l'ingénierie en bio-électronique et en bio-mécanique.

Il apparaît donc clair que les ressources sont abondantes et les champs de spécialisation nombreux. Les occasions de collaboration existent sur plusieurs plans et il n'en tient qu'aux biologistes eux-mêmes de planifier l'ensemble de leurs activités.

Les problèmes que l'on peut percevoir semblent reliés à la multiplicité des champs de spécialisation et à l'absence de regroupements significatifs. On en retrouve des indications dans un niveau moyen de subvention individuelle qui est inférieur à celui dans les autres disciplines.

Il apparaît donc assez clairement que la première action à prendre est une clarification des champs de spécialisation en vue de favoriser une meilleure répartition des tâches et l'organisation de regroupements significatifs dans les grandes subdivisions de la biologie. Avec les ressources disponibles et les engagements faits dans les sciences de la santé, il est évident que des choix s'imposent pour couvrir les autres subdivisions.

14.5.2 Une image par les subventions

Il faut tout d'abord souligner que la recherche en sciences biologiques en faculté de médecine est largement tributaire des subventions du Conseil de recherche médicale

Tableau 7

POSITION RELATIVE DES SCIENCES BIOLOGIQUES

ET AGRONOMIQUES EN 1970-71 AU QUEBEC (1)

	Québec	Ontario	Canada
Diplômés au 2e cycle	114	195	552
Total 2e cycle univ.	1 994	4 982	9 638
% en sc. bio. et agro.	5,7	3,9	5,7
Diplômés au 3e cycle	59	98	276
Total 3e cycle univ.	348	723	1 625
% en sc. bio. et agro.	16,9	13,6	17,0
Inscriptions 2e, 3e cycles	430	854	2 606
Total insc. 2e, 3e cycle	7 278	14 811	33 172
% en sc. bio. et agro.	5,9	5,8	7,9
Nombre de professeurs (2)			
- en sciences biologiques	160		} 1 706
- en sciences agronomiques	130		
- en médecine (biologistes)	80		
- médecins - biologistes	80		
Nombre total de professeurs	5 700	9 335	24 733
% en sc. bio. et agro.	5,1		6,9

(1) Sources: Statistique-Canada, op. cit.

(2) Nombres estimés à partir des données de 1973

du Canada et d'une façon moindre du Conseil de recherche en santé du Québec. Seulement une faible partie de cette activité est liée à des subventions provenant du Conseil national de recherche et du programme PCAC du ministère de l'Education. Cette situation s'explique par les subventions relativement plus généreuses attribuées par les organismes spécifiques aux sciences de la santé.

Les données publiées par le ministère d'état aux Sciences et à la Technologie et l'étude de Kruus (2) sur la recherche fondamentale montrent que la position des sciences biologiques au niveau du Canada ne présente pas d'anomalie sérieuse. Avec environ 16% des effectifs professoraux canadiens en sciences exactes et naturelles (18% en génie et sciences appliquées), les sciences biologiques reçoivent environ 17% des subventions (16% en sciences appliquées et génie). Ces chiffres sont pour 1968-69 et il faut souligner que de 1972 à 1974, selon le MEST, les dépenses de recherche et développement en sciences biologiques ont connu un plafonnement. Les données compilées au dossier pour les subventions du C.N.R.C. de 1971 à 1973 confirment cette constatation. En outre, la situation économique actuelle ne conduit pas à prévoir un allègement de ces contraintes.

Si par contre on examine la répartition des subventions entre les différentes régions du pays, on constate que le Québec reçoit la moitié des subventions accordées à l'Ontario avec la moitié des demandes de cette dernière. On peut faire état de l'amputation d'un quart produite par le transfert de la première année universitaire au niveau collégial, mais ce

---

(2) La recherche fondamentales, Peter Kruus, Décembre 1971 Etude spéciale N° 21, Conseil des sciences du Canada.

phénomène n'explique pas toute la situation qui prévaut au Québec dans la recherche en sciences biologiques. On serait plutôt tenté de croire que le morcellement des activités et l'absence de regroupements significatifs de chercheurs empêchent la présentation de demandes de subventions susceptibles d'être agréées par les comités de sélection. D'ailleurs le niveau moyen au Canada des subventions accordées par le CNR en sciences biologiques est d'environ $8 000., soit moins que dans d'autres disciplines des sciences. On retrouvera au dossier du sous-secteur des données plus détaillées à ce sujet.

14.5.3 Le modèle d'organisation

Devant les difficultés de développement que connaissent les sciences biologiques, une approche plus structurée aux diverses collaborations devient nécessaire.

La tendance des dernières années à des regroupements en équipes et en centres de recherche fournit une occasion et un cadre propice pour identifier et structurer les activités de recherche. Encore faut-il que l'on puisse identifier des regroupements cohérents de champs de spécialisation en sciences biologiques et que l'on trouve le meilleur cadre pour en assurer le développement.

On a proposé au chapitre 10 un modèle d'organisation de la recherche en sciences fondamentales. Ce modèle fournit aux départements de sciences biologiques un outil et une occasion pour réaliser une meilleure structuration de leurs activités de recherche et établir des collaborations fructueuses.

Le modèle de centre périuniversitaire de recherche appliquée (CPRA) ouvre des horizons nouveaux dans le domaine de la recherche appliquée. On peut déjà percevoir en sciences biologiques des contributions potentielles à de tels centres. Mentionnons entre autres la reproduction animale, les pêcheries et l'alimentation.

Il faut donc que les départements de sciences biologiques reflètent toutes ces tendances, afin de contribuer à leur développement avec toutes les collaborations disponibles. Devant l'ampleur de la tâche, une répartition des missions et des responsabilités est la seule solution.

14.5.4 Les champs de spécialisation

L'identification des champs de spécialisation en sciences biologiques présente des difficultés considérables. Si l'on en juge par les 26 orientations ou profils des programmes de premier cycle, la fragmentation aux 2e et 3e cycles est considérable. L'existence d'activités importantes en sciences biologiques dans les facultés de médecine, d'agriculture et de foresterie, pour ne nommer que les principales, illustre bien les difficultés d'un tel travail.

En contrepartie, on peut juger de l'importance des ressources qui sont mises en jeu et de la diversité des expertises qui sont appliquées aux problèmes.

Les sciences biologiques sont classifiées selon une grille cubique qui donne lieu à des ramifications multiples. Il y a d'abord les grands règnes et leurs subdivisions, puis les grandes fonctions et enfin la dimension de l'objet d'intérêt. Un examen sommaire de la classification Clarder illustre bien cette situation.

On a tenté d'éclaircir la situation au premier cycle en identifiant huit grandes subdivisions qui constituent les éléments fondamentaux des programmes. Au niveau du deuxième cycle, on a confié au Comité conjoint des programmes un rôle de coordination pour identifier les domaines d'application et les champs disciplinaires qui doivent faire l'objet de programmes. Pour le troisième cycle et la recherche, la notion de champ de spécialisation entre en jeu ainsi que celle des regroupements majeurs. Compte tenu de la situation qui vient d'être décrite, il n'est pas possible d'aborder la question des regroupements majeurs dans une optique visant à identifier les champs de spécialisation.

En conclusion, on ne peut que souhaiter que le processus d'identification et de reconnaissance des champs de spécialisation, formulé à la recommandation 10.7, soit amorcé aussi rapidement que possible dans le cas des sciences biologiques.

14.5.5 Aspects institutionnels

S'il n'est pas possible de percevoir et d'identifier une structure cohérente dans les recherches en sciences biologiques, la question des aspects institutionnels ne peut être abordée qu'avec beaucoup de prudence et surtout à titre indicatif.

L'examen des programmes de premier et de deuxième cycles a permis d'aborder la question des orientations institutionnelles. Le processus avait été engagé par le Conseil des universités dans son opération Grandes Orientations. On ne peut que désirer fortement qu'il se prolonge au niveau des champs de spécialisation, surtout dans le cas des sciences biologiques.

On a déjà souligné la conjoncture particulièrement favorable qui existe à l'Université Laval dans le domaine des ressources renouvelables. Considérant la pauvreté actuelle de la biologie végétale appliquée au Québec et l'importance économique de l'industrie agro-alimentaire, cette université devrait s'orienter résolument dans cette direction. Ses activités en entomologie sont déjà reconnues et pourraient s'associer naturellement à une telle orientation. Dans le cadre d'un tel axe, elle pourrait également développer ses activités en écologie marine vers le domaine des pêcheries, et celles en écologie terrestre vers la conservation de la faune. Pour appuyer toutes ces activités, l'université devrait favoriser également le développement de la biologie cellulaire et moléculaire.

L'Université de Montréal semble vouloir maintenir la dissociation de ses activités en sciences biologiques et en sciences de la santé. Les premières sont surtout orientées vers l'écologie terrestre et la biologie des eaux douces, un certain intérêt pour la botanique demeurant encore mais sans conduire à une orientation ferme. Tout en appréciant les causes historiques de cette dissociation on ne peut que la déplorer, car elle rétrécit singulièrement le cadre de développement du département de biologie ainsi que la nature des programmes offerts aux étudiants.

L'Université de Sherbrooke a également suivi la voie de l'environnement, avec l'écologie et la biologie des eaux douces. D'autre part, elle est engagée dans une voie beaucoup plus prometteuse, soit la physiologie de la digestion, dont les ressources atteignent presque le niveau d'un regroupement majeur. Ces activités sont associées à la Faculté de médecine, tout comme celles en biologie cellulaire et moléculaire. On ne peut que l'encourager à développer ces deux orientations qui sont riches de promesses pour le futur.

L'Université du Québec amorce à peine le développement de ses activités de recherche. On peut cependant déceler quelques tendances intéressantes dans ses unités constituantes. Montréal est engagée dans l'aspect écologie physique de l'environnement, ainsi que dans l'alimentation appliquée. Trois-Rivières s'intéresse aux aspects biologiques de l'environnement, activités qui pourraient s'élargir à l'environnement des loisirs et se rattacher à son axe sports-loisirs.

Chicoutimi s'intéresse à la biologie végétale appliquée avec la collaboration de l'Université Laval, soit la culture en serre sous climat nordique, ces activités pouvant s'associer à celles en physique de l'atmosphère. Pour Rimouski, les activités en sciences biologiques sont rattachées à l'océanographie. Quant à l'INRS et à l'Institut Armand Frappier, ils oeuvrent principalement comme centres péri-universitaires de recherche appliquée et devraient maintenir cette orientation.

L'Université McGill occupe de nombreux champs de spécialisation en sciences biologiques. Celui de la génétique humaine lui semble particulier et mérite une mention. On peut souligner également les activités en neurobiologie et comportement lesquelles, avec celles en biologie cellulaire et moléculaire et en écologie, constituent les orientations principales de cette université en sciences biologiques. On peut mentionner également l'Institut de parasitologie dont la réputation est bien établie.

Dans le cadre de sa mission générale d'intégration au milieu, l'Université Concordia a choisi de s'intéresser à l'écologie et à l'environnement. Compte tenu de l'ampleur du domaine et de la présence de toutes les universités, cette orientation mériterait d'être précisée.

RECOMMANDATIONS

14.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les universités appliquent à leurs activités de premier cycle en sciences biologiques la structure et les nouveaux modèles de programmes proposés par l'O.S.F.

b) QUE, dans le cas des sciences biologiques, tous les programmes de premier cycle comportent un tronc commun de cours d'environ 42 crédits assurant la maîtrise des concepts fondamentaux du champ d'études, particulièrement en biologie cellulaire et en méthodes quantitatives, mais aussi dans toutes les subdivisions principales du champ d'étude;

c) QUE, pour les programmes spécialisés, le tronc commun soit suivi d'une concentration dans une partie cohérente et significative des sciences biologiques.

14.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités, dans le but de favoriser le développement de programmes de premier cycle conjoints entre les sciences biologiques et d'autres secteurs, adoptent pour le titre du programme et l'appellation du grade, l'identification de la concentration qui est l'objet principal de l'action conjointe et qui fait suite au tronc commun.

14.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les programmes "Major" axés sur une subdivision des sciences biologiques soient abandonnés et remplacés par le nouveau programme avec majeure ou le programme spécialisé, selon le cas.

14.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, du point de vue des suites à donner aux opérations de planification sectorielle de l'enseignement supérieur et compte tenu des recommandations formulées au chapitre 16 du présent rapport traitant de la biochimie, la biologie moléculaire soit rattachée à la biochimie tout en tenant compte de ses applications dans les sciences biologiques.

14.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, du point de vue des suites à donner aux opérations de planification sectorielle de l'enseignement supérieur et compte tenu des recommandations formulées dans le rapport de l'Opération Sciences de la Santé, la biologie humaine soit rattachée aux sciences de la santé et qu'elle constitue un domaine d'application pour les sciences biologiques.

14.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les départements de sciences biologiques développent au 1er cycle des cours complets et de niveau approprié à l'intention des autres spécialistes qui oeuvrent dans les interfaces des sciences biologiques avec d'autres disciplines ou champs professionnels.

14.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE chaque université, dont les ressources et la clientèle étudiante le justifient, fasse le choix d'un nombre limité de concentrations en fonction de ses orientations particulières;

b) QUE le Comité conjoint des programmes examine la pertinence de ces choix et les approuve, s'il y a lieu.

14.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Concordia, dans une optique d'utilisation optimale de ses ressources en sciences biologiques, en fasse le regroupement dans une seule unité départementale, en vue d'offrir les deux types de programmes recommandés par l'O.S.F. et de façon à éviter les dédoublements inutiles des cours et autres activités pédagogiques, sauf dans les cas qui se présentent normalement dans toute institution universitaire.

14.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités adoptent la structure et les nouveaux modèles de programmes recommandés par l'O.S.F. et qu'elles les appliquent à leurs activités de deuxième cycle en sciences biologiques;

QUE dans ce réaménagement, les universités favorisent l'utilisation de la maîtrise dans un domaine d'application.

14.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, dans le but d'assurer la cohérence du développement des sciences biologiques et des orientations institutionnelles, le Comité conjoint des programmes demande aux universités de lui faire rapport sur le réaménagement proposé à la recommandation 14.9, ainsi que sur les domaines d'application et les champs disciplinaires que chacune entend privilégier.

14.11 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les départements de sciences biologiques, en collaboration avec les milieux intéressés et selon une approche concertée, préparent et offrent ensuite des cours complets et de niveau approprié, à l'intention des spécialistes des autres secteurs et en vue de favoriser l'implantation de programmes conjoints de maîtrise dans un domaine d'application.

14.12 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval développe une option de microbiologie clinique dans le cadre de son programme existant de maîtrise en microbiologie.

14.13 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval développe des programmes conjoints de maîtrise en sciences biologiques dans des domaines d'application en relation avec les ressources renouvelables.

14.14 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université McGill maintienne et développe ses programmes conjoints de maîtrise en sciences biologiques dans des domaines d'application en relation avec les sciences de la santé.

14.15 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval fasse, en collaboration avec les milieux concernés, une étude d'opportunité en vue d'implanter un programme de maîtrise professionnelle dans l'un ou l'autre des domaines de la faune et des pêcheries, dans l'optique d'une expérience pilote pour préciser les caractéristiques de ce type de programme.

14.16 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Bishop's n'offre plus de programme de maîtrise en biologie et qu'elle n'accepte plus de nouveaux étudiants à ce programme à compter de septembre 1977.

14.17 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec, à ses constituantes de Chicoutimi et de Rimouski, n'offre pas de programme en sciences biologiques au niveau de la maîtrise pour le moment, mais qu'elle oriente les activités dans ce champ vers d'autres programmes faisant appel à une contribution des sciences biologiques.

14.18 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités concernées adoptent les objectifs et l'organisation recommandés par l'O.S.F. pour les programmes de troisième cycle et qu'elles les appliquent aux activités en sciences biologiques à ce niveau.

14.19 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités qui offrent un programme de troisième cycle en sciences biologiques, tout en tenant compte de leurs vocations particulières respectives, mettent un accent sur le développement de la biologie fondamentale, en vue d'une contribution aux domaines d'application.

14.20 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités engagent le processus d'identification et de reconnaissance des champs de spécialisation en sciences biologiques, selon les indications de la recommandation 10.7 du présent rapport.

14.21 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval prenne les mesures nécessaires pour favoriser le développement de ses activités en sciences biologiques dans l'ensemble du domaine des ressources renouvelables, lesquelles constituent un de ses axes de développement.

CHAPITRE 15 - LES SCIENCES DE LA TERRE

15.1 La définition du sous-secteur

L'énumération des domaines inclus dans le cinquième sous-secteur de l'O.S.F.: météorologie et sciences de l'atmosphère, géochimie, géophysique et séismologie, paléontologie, océanographie, enseignement des sciences de la Terre, montre que ce sous-secteur a été défini en effectuant un découpage assez peu naturel dans l'ensemble communément couvert par l'appellation sciences de la Terre. On a en effet laissé de côté la géologie, discipline centrale de cet ensemble. Cette exclusion s'explique par le fait que cette discipline avait déjà été prise en considération par l'Opération Sciences Appliquées qui avait formulé plusieurs recommandations à son sujet (1). Il n'entre évidemment pas dans le mandat de l'Opération Sciences Fondamentales de revenir sur cette phase antérieure du travail de planification de l'enseignement supérieur.

Il faut quand même se rappeler que la frontière séparant les champs des deux opérations a été tracée de la sorte, quant aux sciences de la terre, pour des raisons largement circonstancielles. Pour les suites de ces opérations, il conviendra de se rappeler - compte tenu des conclusions auxquelles mènera l'étude de la question du génie géologique

---

(1) Opération Sciences Appliquées: Rapport N° 3 (L'enseignement dans le sous-secteur Géologie); Rapport N° 8 (Rapport final) Etude N° 11 (La géologie au Québec); M.E.Q., 1972-73.

recommandée par l'O.C.A. - que la géologie, par ses méthodes d'enseignement et de recherche, aussi bien que par le mode de recrutement de ses étudiants et le type de débouchés qu'elle offre à ces derniers, se rattache plus naturellement au secteur des sciences fondamentales. Ceci ne veut pas dire, toutefois, que géologie fondamentale et géologie appliquée ne doivent pas rester intimement associées, à l'intérieur d'un département d'une faculté de sciences et de génie comme à l'université Laval, dans un département de sciences appliquées comme à l'UQAC ou encore dans le cadre d'une association de départements comme celle qui a été recommandée à l'Université de Montréal et à l'Ecole Polytechnique par l'O.C.A.

Un autre problème de frontière entre disciplines s'est posé au cours des travaux de l'Opération Sciences Fondamentales: celui de la Géographie. On sait que les activités universitaires d'enseignement et de recherche dans cette discipline s'inspirent de deux traditions, dont l'une met l'accent sur les aspects humains de la géographie, l'autre sur ses aspects physiques. Dans les institutions où la deuxième tendance prévaut, on retrouve des programmes de géographie comportant une bonne portion de sciences fondamentales. Il arrive même - c'est le cas à l'Université McGill - qu'un département de Géographie appartienne à une Faculté des Sciences.

La géographie dans son ensemble se trouvait exclue du champ des sciences fondamentales par la définition empirique et fonctionnelle qu'on avait adoptée pour délimiter ce champ. A la suite des consultations avec les universités préalables

à la mise en marche de l'O.S.F.(2).On s'est quand même demandé s'il n'y avait pas lieu pour l'OSF de s'intéresser à une partie des activités qui se poursuivent dans cette discipline, à savoir la géographie physique. On s'est vite rendu compte que la séparation entre géographie physique et géographie humaine était irréalisable opérationnellement. Conceptuellement même, la distinction entre les deux aspects risque d'être assez arbitraire lorsqu'elle est faite par des non-géographes. La nature exacte des deux aspects de la géographie, leur importance relative et leur développement éventuel dans l'ensemble de la discipline sont autant de questions importantes qui échappent à la méthodologie utilisée pour le secteur des sciences fondamentales.

Le Comité directeur a donc confirmé l'exclusion initiale de toute la géographie, d'autant plus qu'un examen exhaustif des activités universitaires en géographie était déjà entrepris par les géographes eux-mêmes, dans le cadre de l'Association des géographes du Québec qui avait constitué un Comité de Nationalisation pour l'Enseignement de la Géographie dans les Universités du Québec. On peut espérer que ce CNEGUQ sera éventuellement en mesure de préciser la contribution que la géologie et les autres disciplines des sciences fondamentales peuvent apporter aux programmes de géographie.

D'autres domaines qu'on s'attendrait logiquement à voir apparaître dans le cinquième sous-secteur du champ de l'O.S.F. n'y figurent pas: la pédologie, par exemple, et l'étude des

---

(2) Opération Sciences Fondamentales. But, organisation, programmation, cheminement. D.G.E.S., MEQ, 1973.

eaux douces. Dans le premier cas, il s'agit encore d'un domaine où les activités universitaires se situent présentement du côté des sciences appliquées. L'étude des eaux douces intervient en sciences fondamentales surtout à propos des sciences biologiques.

Un autre point à souligner est le fait que les activités du sous-secteur Sciences de la Terre de l'O.S.F. se situent surtout au niveau des études supérieures et de la recherche. Même s'il existe des programmes de premier cycle dans quelques-uns des domaines mentionnés plus haut (météorologie et géophysique, par exemple), ces programmes ne sont pas l'unique ni même la principale voie d'accès aux études supérieures pas plus qu'à des carrières de praticiens dans les domaines en question. Le sous-secteur se trouve ainsi à fournir des débouchés aux diplômés en physique, chimie, biologie ou géologie, aussi bien que de nouveaux champs de travail aux chercheurs formés dans ces disciplines de base.

15.2 La géochimie et la paléontologie

Malgré la parenté évidente qui existe entre la géochimie et la chimie, d'une part, ainsi qu'entre la paléontologie et la biologie, d'autre part, ces deux domaines constituent dans les faits des champs de spécialisation des études et des recherches poursuivies dans les départements de géologie.

Il existe déjà au Québec des activités de recherche importantes dans ces deux domaines, activités qui servent d'appui à des programmes de deuxième et troisième cycles. Il semble cependant que ces domaines de recherches devraient être développés suivant certaines orientations jusqu'ici négligées (3). Ces développements devraient faire l'objet d'une considération attentive de la part du Comité des champs de spécialisation en Sciences de la Terre dont nous avons suggéré la formation au chapitre 10.

15.3 La météorologie et la physique de l'atmosphère

McGill est la seule université où l'enseignement et la recherche en météorologie et physique de l'atmosphère soient bien développés. Poursuivies pendant longtemps dans le cadre du département de physique, ces activités ont conduit à la création, en 1959, d'un département autonome. Ce département comptait huit professeurs à l'automne 1973. Il offre des programmes de 1er cycle (Major B.Sc. et Honours B.Sc., ce dernier avec trois options différentes), de 2e cycle et de 3e cycle, et poursuit des travaux de recherche dans trois champs de spécialisation distincts.

Il existe aussi, au niveau du premier cycle, un "faculty program", qui ne semble pas cependant, tout comme la plupart des autres programmes de ce type, attirer beaucoup d'étudiants. La production de l'ensemble des programmes de 1er cycle n'est d'ailleurs pas très considérable: à peine une vingtaine de B.Sc. (surtout Major) pour les années 1971 à 1974 inclusivement.

---

(3) O.S.P. Dossier Sciences de la Terre, 1ère partie, p. 59 et suiv., 3ième partie, pp. 18-19.

Même si ces programmes ne font appel qu'aux ressources déjà requises pour les études avancées et la recherche, le maintien d'une spécialisation en météorologie au niveau du premier cycle ne nous paraît pas justifiable.

Pour les grades supérieurs, la clientèle se situe au niveau de 25 étudiants pour la maîtrise et 15 pour le doctorat. De 1971 à 1973 inclusivement, 19 M.Sc. et 16 Ph.D. ont été conférés.

Bien qu'il soit difficile de faire une estimation quantitative des besoins en météorologistes, praticiens ou chercheurs, pour les prochaines années, il y a tout lieu de croire qu'il y aurait des débouchés pour des diplômés d'universités francophones produits à un taux au moins égal à celui de McGill, au niveau de la maîtrise.

La mise sur pied d'un programme de 2e cycle en météorologie et physique de l'atmosphère est en voie de réalisation à l'Université du Québec, en relation avec les activités de recherche des physiciens de plusieurs constituantes, plus particulièrement à l'UQAM, dans le cadre du Centre de recherche en écologie, et à l'UQAC, dans le cadre du Centre de recherche sur le Moyen Nord.

Le Comité directeur de l'O.C.F. considère que l'implantation d'un tel programme de maîtrise, structuré autour d'un domaine défini, est tout à fait opportune et recommande que l'Université du Québec donne rapidement suite à ce projet.

Par contre, il est encore trop tôt pour envisager, tant du point de vue des débouchés que de la disponibilité des ressources requises, un programme de doctorat en sciences de l'atmosphère autre que celui qui existe déjà à McGill.

Sur le plan de la recherche, en plus des activités déjà bien développées qui existent à McGill et des développements annoncés à l'Université du Québec, à l'UQAM dans le cadre du Centre de recherches en écologie et à l'UQAC dans le cadre du Centre de recherche sur le Moyen Nord, ainsi qu'à l'INRS-Eau, il y aurait lieu, croyons-nous de considérer l'opportunité du développement à l'Université Laval d'activités orientées de façon particulière vers les problèmes de l'agriculture et de la foresterie.

Pour assurer la coordination des travaux de tous les chercheurs universitaires en sciences de l'atmosphère, leur liaison avec les différents organismes susceptibles de financer leurs projets et l'utilisation optimum des installations et des ressources mises à leurs dispositions, nous recommandons aussi la constitution d'une organisation interuniversitaire reliant les différents groupes actifs dans ce domaine.

15.4 La géophysique

Le sous-développement au Québec de la géophysique fondamentale - qu'il importe de bien distinguer de la géophysique appliquée à l'exploration des gisements minéraux - est l'une des conclusions les plus évidentes qui ressortent de la lecture du

dossier Sciences de la Terre de l'O.C.D. Dans les universités francophones, les physiciens semblent se désintéresser de ce domaine d'application de leur discipline, alors que les géologues sont plutôt attirés par la géophysique d'exploration. Du côté anglophone, il existe à McGill des programmes de premier cycle en physique de la Terre, mais ces programmes ont une clientèle extrêmement réduite (trois inscriptions à l'automne 1973, un seul diplômé en 1974); au deuxième et au troisième cycle, la spécialisation en géophysique est offerte sous le titre "Geophysics in Mineral Exploration".

A l'échelle canadienne, l'état présent et l'avenir de la géophysique ont été pris en considération dans deux des études de documentation effectuées pour le compte du Conseil des Sciences du Canada. Dans la première de ces études (4), le domaine est vu sous son aspect de champ d'application de la physique et de source de découvertes fondamentales, alors que dans la seconde (5), il apparaît davantage comme partie de l'ensemble des géosciences et comme base des techniques d'exploration minérale.

Parmi les universités canadiennes, hors du Québec, qui offrent des programmes d'étude en géophysique, quatre (Alberta, Dalhousie, Memorial, Toronto) le font dans le cadre de leurs départements de Physique. Deux seulement, British Columbia et Western Ontario, ont des départements de Géophysique. Ces deux universités sont aussi les seules où il existe des programmes de B.Sc. en géophysique à clientèle non négligeable. Le recrutement des candidats à la maîtrise et au doctorat en géophysique se fait partout parmi les diplômés en physique ou

(4) Special Study N° 2. Physics in Canada (1967).
(5) Etude spéciale N° 11 Les Sciences de la Terre au service du pays, (1971).

génie physique autant, sinon plus, que parmi les diplômés en géophysique ou en géologie. Cette clientèle des programmes d'études avancées en géophysique s'élevait à 161 étudiants, pour l'ensemble des universités canadiennes, en 1968-1969 (5).

Au cours des consultations effectuées par l'O.S.P. à propos des développements souhaitables en géophysique, la possibilité de créer dans une université francophone un département conçu suivant le modèle de celui de Western Ontario a été évoquée. Ce département de géophysique ontarien couvre à la fois le domaine de la géophysique appliquée à l'exploration, minière et pétrolière, et celui de la géophysique fondamentale ou physique du globe appelée "solid earth geophysics" pour exclure l'océanographie et la physique de l'atmosphère . Il comptait, en 1973-74, 10 professeurs plein temps (dont quatre visiteurs), 21 étudiants de premier cycle, 8 candidats à la maîtrise et 11 candidats au doctorat. La liste des domaines de recherche comprenait la géochronologie et la géochimie des isotopes, les principales méthodes classiques d'exploration géophysique, la paléontologie, le flux thermique de la croûte terrestre, les propriétés physiques des matériaux terrestres, la séismologie.

Le Comité directeur de l'O.S.P. est d'avis que la création d'emblée d'un tel département dans une université québécoise constituerait une entreprise trop ambitieuse, et qu'il n'est pas nécessaire d'aller jusque-là pour remédier à la carence actuelle dans ce domaine. L'implantation d'un programme de premier cycle ne paraît pas du tout s'imposer: la demande à ce niveau provient surtout des besoins de l'exploration et semble amplement satisfaite par des diplômés en géologie. La

développement des études avancées et de la recherche dans un certain nombre de domaines intéressants pourrait par ailleurs se faire dans le cadre d'une section de géophysique fondamentale rattachée à un département qui existe déjà.

Quelle université devrait prendre cette initiative, et à quel département devrait-elle rattacher la section de géophysique fondamentale? Après avoir examiné les différentes possibilités, l'O.S.F. en est arrivée aux conclusions suivantes:

a) la mise sur pied d'une section de géophysique chez les physiciens de l'une ou l'autre des universités francophones aurait présentement peu de chance de succès, pour diverses raisons: absence des sciences de la Terre à l'Université de Sherbrooke; orientations déjà prises ou à prendre, vers la physique de l'atmosphère à l'UQAC, l'océanographie physique à l'UQAR, la biophysicochimie et l'énergie à l'UQTR, la météorologie et la physique appliquée aux problèmes de l'environnement à l'UQAM; existence d'un nombre suffisant de champs de spécialisation en physique déjà bien développés à Laval et à l'Université de Montréal.

b) la possibilité d'implanter un groupe de géophysique fondamental au département de géologie de la Faculté des sciences et de génie de l'Université Laval pourrait être envisagée. Il existe déjà à cet endroit un enseignement ainsi que certaines activités de recherche en géophysique appliquée ou même fondamentale (stations sismographiques). La présence d'une concentration géoscience

dans le programme de Génie physique de la Faculté indique qu'il y a déjà des étudiants intéressés aux applications de la Physique aux Sciences de la Terre.

c) C'est cependant à l'Université de Montréal que les conditions d'implantation de programmes d'enseignement et de recherche en géophysique fondamentale semblent le plus favorables. Les ressources combinées des deux départements de Sciences de la Terre du campus de Montréal - le département de Génie minéral de l'Ecole Polytechnique et le département de Géologie de la Faculté des Arts et des Sciences - constitueront, lorsqu'on aura complété le travail de réorganisation et de consolidation entrepris à la suite des recommandations de l'Opération Sciences Appliquées, un potentiel de développement considérable. L'implantation d'activités d'enseignement et de recherche en géophysique fondamentale semble d'ailleurs vivement souhaitée par les deux départements en question. Plusieurs géophysiciens, dont quelques-uns ont reçu une formation en géophysique fondamentale, oeuvrent déjà à Polytechnique.

15.5 L'océanographie

Les recherches en océanographie ont pris depuis quelques années un essor assez rapide dans le réseau universitaire québécois. Elles mobilisent présentement des effectifs d'une cinquantaine de chercheurs, dont plus de trente Ph.D., rattachés à quatre organisations principales: le Marine Sciences Center de McGill, la GOUQAR (Section d'océanographie de l'Université du Québec à Rimouski), l'INRS-Océanologie et le GIROQ (Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec). Ce dernier réunit 13 professeurs en sciences marines des universités Laval, McGill et de Montréal, en majorité des biologistes. Le total des subventions reçues annuellement par les différents groupes et les chercheurs individuels dépasse le demi-million de dollars. L'ensemble des ressources physiques mises au service des recherches océanographiques représente un investissement de plus d'un million de dollars, sans compter les espaces de bureaux, laboratoires et ateliers.

A cela s'ajoutera au cours de 1976 le nouveau laboratoire d'océanographie présentement en construction sur le campus de Rimouski. Financé par l'Office de développement de l'Est du Québec, dans le cadre des ententes Canada-Québec, ce laboratoire est placé sous la juridiction de l'INRS, mais pourra être utilisé aussi par les chercheurs de la GOUQAR et du GIROQ.

Il existe par ailleurs trois programmes d'études avancées portant explicitement sur les sciences de la mer: M.Sc. et Ph.D. en Sciences marines à McGill, M.Sc. en Océanographie à l'UQAR. Les nombres d'inscriptions à ces programmes étaient, à l'automne

1973, de 21, 11 et 7 respectivement. Pour être complet, il faudrait ajouter une dizaine d'étudiants poursuivant à l'Université Laval des études avancées en écologie marine, dans le cadre des programmes de spécialisation en sciences biologiques offerts aux 2e et 3e cycles.

Parmi les problèmes qui se posent à propos du développement des activités universitaires en océanographie, l'auteur du dossier Sciences de la Terre de l'O.C.D.E. a souligné particulièrement (6) celui de la dispersion des efforts résultant de la multiplicité des groupes et du fait que quatre disciplines fondamentales distinctes, Chimie, Physique, Biologie et Géologie, se trouvent impliquées. La répartition des activités présentes entre ces quatre disciplines est fort inégale, avec une prépondérance très marquée de la biologie et une absence presque complète de l'océanographie physique. Selon monsieur d'Anglejan, "on devrait établir des ententes formelles sur la spécialisation en recherche et en enseignement de chacun des groupes basée sur leurs points forts." Pour planifier cette restructuration de l'activité en sciences de la mer, en même temps que pour assurer de meilleures communications entre les chercheurs et le dialogue avec les responsables du financement de la recherche, monsieur d'Anglejan suggère la création d'un comité permanent de la recherche océanographique constitué en majorité de scientifiques actifs dans les différentes disciplines des sciences de la mer.

---

(6) Dossier Sciences de la Terre, 5ième partie, pp. 22-23

Une deuxième difficulté soulevée dans le dossier est le risque d'arriver à une surproduction de chercheurs en sciences de la mer si on maintient des programmes de formation sans prévoir de débouchés ailleurs que dans les laboratoires mêmes où s'effectue cette formation (7). Cette question est liée à l'incertitude dans laquelle on se trouve toujours, après plusieurs années d'études et de discussions, sur l'ampleur que le Québec souhaite donner au développement des sciences de la mer, en relation avec l'aménagement de son territoire, l'exploitation de ses ressources naturelles et l'ensemble de ses objectifs socio-économiques. Le Comité directeur de l'O.S.F. espère que le Conseil de la politique scientifique, s'appuyant sur le volumineux dossier déjà constitué en relation avec le développement des sciences de la mer au Canada et au Québec, définira bientôt les options qui s'offrent au Québec dans ce domaine.

D'ores et déjà, il est bien évident que la recherche appliquée faisant appel aux connaissances et aux techniques océanographiques devra, dans la seule région de l'estuaire et du golfe, prendre une ampleur et mobiliser des ressources qui débordent largement les possibilités d'action et le mode de financement du réseau de l'enseignement supérieur. Au lieu de se limiter à l'établissement d'un simple laboratoire interuniversitaire à Rimouski, on devrait envisager dès maintenant l'implantation à cet endroit d'un véritable centre péri-universitaire conçu suivant le modèle décrit au chapitre 10 et relevant du ministère de l'Industrie et du Commerce ou de l'Office de Planification et de Développement du Québec.

---

(7) Dossier Sciences de la Terre, 3ième partie, pp. 24-25.

Il importe de toute façon d'assurer dès maintenant une meilleure coordination entre les organisations déjà en place, GIROQ, SOUQAR et INRS-Océanologie. La dernière a des objectifs de recherche appliquée, alors que l'activité des deux autres se situe au niveau de la recherche universitaire orientée librement. Mais elles ont toutes trois l'estuaire comme terrain d'opération et doivent utiliser les mêmes types d'installations et d'équipements. La prise en charge du laboratoire de Rimouski par l'I.N.R.S. est tout à fait conforme à ce que nous recommandons au chapitre 10 pour les installations majeures. C'est par ailleurs le GIROQ qui devrait assumer - après élargissement du groupe pour inclure la SOUQAR - la planification et la coordination des activités d'enseignement et de recherches universitaires en sciences de la mer, pour jouer en somme le rôle du Comité permanent de recherche océanographique recommandé par l'auteur du dossier Sciences de la Terre de l'O.S.F.

RECOMMANDATIONS

15.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, du point de vue des suites à donner aux opérations de planification sectorielle de l'enseignement supérieur, et compte tenu des recommandations formulées dans le rapport N° 3 de l'Opération Sciences Appliquées, la géologie soit rattachée au sous-secteur Sciences de la Terre du secteur des sciences fondamentales.

15.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, à la suite des travaux du Comité de Rationalisation pour l'Enseignement de la Géographie dans les universités du Québec de l'Association des Géographes du Québec, les universités concernées définissent les objectifs et l'organisation des programmes de géographie, ainsi que la contribution à ces programmes attendue de la géologie et des autres disciplines de sciences fondamentales.

15.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE, dans l'application au sous-secteur des Sciences de la Terre de la stratégie de développement de la recherche universitaire décrite à la section 10.5 de ce rapport et faisant l'objet des recommandations 10.4 à 10.12, les différents champs de spécialisation de la géologie soient pris en considération et qu'une attention particulière soit accordée aux domaines de la géochimie et de la paléontologie.

15.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les programmes offrant une spécialisation en météorologie au niveau du premier cycle

- Honours and Major B.Sc. in Meteorology à McGill,
- Option Meteorologie du B.Sp.Sc. en physique à l'UQAM

soient abandonnés;

b) QUE la météorologie figure dans la liste des cours d'applications des programmes de premier cycle en physique, au sens de la recommandation 4.2 de ce rapport.

15.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université du Québec mette sur pied un programme conduisant au diplôme de M.Sc. (Météorologie), après avoir pris les dispositions requises, au point de vue regroupement ou coordination des ressources disponibles aux constituantes de Montréal et Chicoutimi, pour que ce programme fonctionne de façon satisfaisante, suivant le type d'organisation décrit au chapitre 5 de ce rapport.

15.6 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QU'aucun projet de nouveau programme de doctorat en météorologie ou en sciences de l'atmosphère ne soit implanté avant 1981.

15.7 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université Laval examine l'opportunité de développer ses activités de recherche en météorologie appliquée à l'agriculture et à la foresterie, pour procéder ensuite, s'il y a lieu, à l'implantation d'un groupe de recherche ou d'un laboratoire interdépartemental dans ce domaine.

15.8 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités concernées créent un groupe Interuniversitaire de Recherches en Sciences de l'Atmosphère (GIRSA). Etablie suivant le modèle du Groupe Interuniversitaire de Recherches en Océanographie (GIROQ), cette organisation aurait comme fonctions principales la planification et la coordination des recherches universitaires en sciences de l'atmosphère, la liaison avec les ministères et agences gouvernementales ou paragouvernementales intéressés à ce domaine, la coordination de l'usage des installations et des services susceptibles de servir aux différents groupes ou laboratoires de recherche, l'implantation et la gestion d'installations et de services communs aux différents groupes ou laboratoires de recherche.

15.9 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Université de Montréal, poursuivant la réorganisation des activités d'enseignement et de recherche en Sciences de la Terre entreprise à la suite des recommandations de l'Opération Sciences Appliquées, crée sans retard, à l'intérieur de son département de Géologie, une section bien identifiée de géophysique dotée des ressources requises pour

a) mettre sur pied des programmes de recherche dans deux ou trois des plus importants champs de spécialisation de la géophysique fondamentale

b) offrir, sous la juridiction de la Faculté des Etudes Supérieures, des programmes de M.Sc. et subséquemment de Ph.D. en géophysique, compte tenu des conditions indiquées aux chapitres 5 et 6 du rapport de l'O.S.F. pour l'implantation de tels programmes.

15.10 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE la Section d'Océanographie de l'Université du Québec (SOUQAR) soit invitée à faire partie du Groupe Inter-universitaire de Recherches en Océanographie du Québec (GIROQ).

b) QUE le GIROQ ainsi élargi prenne charge de la coordination et de la planification du développement de la recherche universitaire en océanographie, dans le cadre de la stratégie générale définie au chapitre 10 pour l'ensemble de la recherche universitaire.

15.11 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE le Conseil de la politique scientifique du Québec définisse les options qui s'offrent au Québec quant à l'orientation et l'ampleur des activités de recherche-développement basées sur les sciences de la mer.

CHAPITRE 16 - La Biochimie

16.1 Introduction

Lors de la définition et du découpage initial du champ de l'Opération Sciences Fondamentales, la Biochimie, comme nous l'avons rappelé dans l'Avant-propos, avait été incluse dans le sous-secteur Chimie. La nécessité est apparue très tôt par la suite de considérer la Biochimie comme une discipline autonome, tout en tenant compte de ses liens étroits avec la Chimie et les Sciences biologiques. C'est pourquoi le Comité directeur de l'O.S.F. a décidé de lui consacrer un dossier spécial, constitué de deux études. La première de ces études, préparée conjointement par les responsables des sous-secteurs Chimie et Sciences biologiques, porte essentiellement sur l'inventaire et l'analyse de la situation actuelle et fournit en plus quelques indications sur la prospective et les besoins. La seconde, dont l'auteur est monsieur Antoine D'Iorio, de l'Université d'Ottawa, apporte des précisions sur les fonctions exercées par les biochimistes et sur les profils de formation correspondants, une discussion des relations de la Biochimie avec la Chimie, les Sciences biologiques et le domaine de la santé, ainsi que des considérations sur les perspectives d'emploi des biochimistes et l'avenir de la discipline en général.

Historiquement, c'est d'abord dans le secteur de la santé que l'enseignement et la recherche en Biochimie se sont développés. Il y a longtemps que cette discipline occupe une place importante dans les études médicales, directement ou à travers d'autres disciplines comme la physiologie, la microbiologie, l'immunologie, la pharmacologie ou la pathologie.

Le biochimiste a été par ailleurs le premier scientifique non médecin à exercer des fonctions de praticien dans le secteur de la santé.

Aujourd'hui cependant, le champ d'action des biochimistes, tout en prenant encore plus d'importance dans le monde de la santé, déborde largement ce secteur. Dans les universités, l'enseignement et la recherche en sciences biologiques, par suite du développement de la biologie cellulaire, de la génétique et de la biologie moléculaire, ont fait une place de plus en plus large aux concepts et aux méthodes de la Biochimie. De leur côté, les chimistes ont été amenés à donner plus d'attention à l'utilisation de leur discipline dans l'étude des organismes vivants. De nouveaux champs de recherche et d'application pour la Biochimie sont aussi apparus en relation avec l'agriculture, l'alimentation, la médecine vétérinaire, la foresterie, le contrôle de l'environnement.

Pour répondre à une demande rapidement croissante de chercheurs et de praticiens en Biochimie, les universités du Québec ont créé des programmes de 1er, 2e et 3e cycle dont la clientèle est loin d'être négligeable. La recherche a pris en même temps un essor assez vigoureux, encouragée par un niveau de subventions relativement élevé: en 1973-1974, les cinq départements de Biochimie du Québec, qui comptent dans l'ensemble 80 professeurs et chercheurs à temps complet, ont reçu plus de un million et demi de dollars, soit près de $20 000. par chercheur, alors que la moyenne par chercheur est de l'ordre de $11 000. en chimie. Cette différence s'explique en bonne partie par le fait qu'un grand nombre de

subventions aux biochimistes proviennent du Conseil de recherches médicales du Canada, organisme plus généreux, dit-on, que le CNRC, qui subventionne la majorité des chimistes.

16.2 Le premier cycle

Les profils de formation qu'on rencontre chez les biochimistes sont naturellement plus diversifiés que ceux qui existent dans des domaines plus anciens comme la Physique ou la Chimie. Beaucoup de biochimistes encore en pleine activité ont été au début de leur carrière des chimistes ou des biologistes. Aux USA, il n'existait jusqu'à tout récemment que très peu de programmes de premier cycle en Biochimie. On devenait biochimiste après avoir assimilé, au niveau des études supérieures, les compléments nécessaires à une formation initiale de chimiste ou de biologiste. Ailleurs par contre, au Royaume-Uni par exemple, les programmes spécialisés en Biochimie existent depuis fort longtemps, et il semble bien que le biochimiste formé comme tel dès le premier cycle soit appelé à devenir partout l'espèce la plus courante.

Au Québec, des programmes de baccalauréat en Biochimie existent dans de nombreux établissements: B.Sc. spécialisé ou "Honours" à Laval, Montréal (3 orientations distinctes), UQTR, Bishop's et McGill, "Major" aux deux campus de Concordia. Le "Major" existait aussi à McGill, mais il a été récemment remplacé par deux nouveaux "Faculty Programs". A Sherbrooke et à l'UQAM, la Biochimie au premier cycle existe comme orientation particulière à l'intérieur du baccalauréat en Chimie ou du baccalauréat en Biologie, tandis qu'à l'UQAC et l'UQAR, il n'existe

que des combinaisons bidisciplinaires Chimie-Biologie et Biologie-Chimie, qui ne sont pas à proprement parler des programmes de biochimie.

La production de diplômés de 1er cycle bien identifiables comme biochimistes, c'est-à-dire les B.Sc. en Biochimie "Honours", "Major" ou spécialisés, a été de 139 et de 154 en 1971 et 1972 respectivement, dans les universités québécoises. Elle est tombée à 45 en 1973, année singulière pour les universités anglophones, et remontée à 87 en 1974. Les données sur les inscriptions à l'automne 1974 montrent que la remontée va se poursuivre, et qu'on aura probablement en 1975 et en 1976 à peu près les mêmes chiffres qu'en 1971 et 1972.

Il est difficile de dire si cette production de diplômés de premier cycle est excessive par rapport à celle du reste du Canada ou des Etats-Unis. Etant donné par ailleurs que les candidats aux grades supérieurs ont souvent obtenu leur premier diplôme dans une autre discipline, et que les B.Sc. en Biochimie font souvent eux-mêmes une maîtrise ou un doctorat dans d'autres domaines, on ne connaît même pas la proportion de biochimistes pour qui le premier cycle est terminal. L'étude sur les profils de carrière des diplômés en science n'a malheureusement fourni aucune indication précise à ce propos.

De toute façon, l'O.S.F. ne croit pas qu'il y ait lieu de restreindre l'accessibilité aux études de premier cycle en biochimie, pas plus que dans les autres disciplines de sciences fondamentales. Il ne nous apparaît toutefois pas opportun de recommander le maintien d'un programme spécialisé en biochimie à l'Université Bishop's surtout à cause de l'absence d'un regroupement assez considérable de biochimistes dans cette institution.

Le fait que la Biochimie soit une discipline relativement neuve, qui évolue rapidement tout en restant encore fortement conditionnée par ses origines bidisciplinaires, entraîne comme conséquence la nécessité de consacrer plus de temps que dans d'autres domaines à l'acquisition des concepts de base et des techniques fondamentales. Nous ne croyons pas cependant que ceci soit un obstacle insurmontable à la mise en oeuvre dans cette discipline des recommandations du chapitre 4 sur l'introduction de cours d'applications dans les programmes de formation spécialisée du premier cycle. Par contre, nous pensons qu'il est difficile de donner une formation valable de biochimiste dans le cadre d'un programme de type "Major" comportant une vingtaine de crédits de cours libres.

En conséquence, le grade de B.Sc. (Biochimie) devrait être réservé aux étudiants qui ont suivi un programme spécialisé et comportant une répartition de crédits qui se rapproche des profils suggérés dans l'étude d'Iorio. Les programmes spécialisés actuels de l'Université de Montréal, de l'Université Laval et de l'UQTR, ainsi que le Honours Program de McGill satisfont à cette condition. Trois autres institutions, l'Université de Sherbrooke, l'UQAM et Concordia seraient en mesure de substituer de tels programmes aux formules qu'elles proposent présentement pour la formation de biochimistes.

L'existence d'un programme spécialisé pour la biochimie n'élimine évidemment pas la possibilité que cette matière soit favorisée dans les programmes de chimie et de biologie, et qu'elle occupe une place importante dans la liste des cours d'applications figurant dans ces programmes.

Un certain nombre de diplômés en biochimie sont appelés à exercer des fonctions qui requièrent l'appartenance à l'Ordre des chimistes du Québec. Nous avons déjà souligné, au chapitre 11, le fait que les conditions exigées présentement pour l'admission à l'O.C.Q. imposent aux programmes de chimie une rigidité préjudiciable à leur évolution normale. Cette contrainte est encore plus lourde dans le cas des programmes de biochimie. L'O.S.P. estime que le baccalauréat spécialisé en biochimie devrait donner directement accès à l'Ordre des chimistes, tout comme le baccalauréat spécialisé en chimie, sans que le contenu du programme soit astreint aux normes rigides présentement en vigueur. Rien ne s'oppose en effet à ce qu'il y ait plus d'un profil de formation pour préparer à l'admission dans une profession. C'est la situation qui prévaut depuis longtemps dans le cas des ingénieurs: les diplômés en génie électrique, en génie civil, en génie minier et en génie mécanique deviennent membres d'un seul et même ordre professionnel après avoir suivi des programmes passablement différents les uns des autres.

16.3 Etudes de 2e et de 3e cycle

Les programmes de maîtrise et de doctorat en Biochimie sont offerts depuis fort longtemps dans les trois plus anciennes universités possédant une faculté de médecine, McGill, Laval et Montréal. Ils se sont aussi développés à Sherbrooke depuis la création de la faculté de médecine de cette dernière université. A l'Université Laval, des programmes parallèles à ceux du département de Biochimie de la Faculté de Médecine sont implantés à la Faculté des Sciences depuis 1958.

La clientèle de ces programmes (72 inscriptions au doctorat et 54 à la maîtrise à l'automne 1973) semble normale en comparaison avec la situation dans le reste du Canada. Selon les statistiques de la Canadian Association of Graduate Schools, les inscriptions à la maîtrise et au doctorat en Biochimie dans les universités québécoises représentaient respectivement 30 et 34% de celles de l'ensemble du pays, en 1973-1974. Le nombre d'étudiants à temps partiel est toutefois proportionnellement plus considérable au Québec qu'ailleurs. Monsieur d'Iorio signale qu'il s'est produit au cours des dernières années une réduction majeure, pour l'ensemble du pays, dans les inscriptions à la maîtrise et au doctorat en Biochimie. Le nombre total d'étudiants, pour les deux cycles, a diminué de 50% en cinq ans. En 1973-1974, on ne comptait pour toutes les universités canadiennes, que 48 nouveaux candidats à la maîtrise et 15 nouveaux candidats au doctorat. Au Québec, au contraire, il semble se produire une augmentation de la clientèle: à l'automne 1973 et à l'automne 1974 respectivement, on avait 20 et 32 nouvelles inscriptions à la maîtrise, 7 et 16 au doctorat.

Ces étudiants ne trouveront pas tous, après leurs études, des postes de professeurs ou de chercheurs dans les universités. Il est donc important de réviser les programmes dans le sens que nous avons préconisé aux chapitres 5 et 6, pour leur donner plus de pertinence par rapport au marché de l'emploi. Autant qu'on puisse voir d'après les descriptions qui nous ont été fournies,

les programmes de maîtrise en Biochimie présentement offerts ne sont pas conçus en termes de spécialisations bien définies à l'intérieur de la discipline et ignorent à peu près totalement les fonctions de travail qui attendent le diplômé. Il en est de même au niveau du doctorat. Même le doctorat en Biochimie médicale figurant dans les programmes de l'Université Laval ne correspond pas à une orientation particulière des cours et des travaux de recherche. Il s'agit tout simplement d'un doctorat de recherche traditionnel auquel on ajoute un stage de deux trimestres en milieu hospitalier.

C'est plutôt au niveau du deuxième cycle qu'il faudrait situer la formation spécifique des biochimistes appelés à oeuvrer en milieu hospitalier. La mise au point et le fonctionnement de programmes de maîtrise en Biochimie ou Chimie d'hôpital se rattachent au problème général du rôle des diplômés en sciences fondamentales dans les services de santé. Ce rôle a été considéré dans un des dossiers de l'Opération Sciences de la santé (3) et a fait l'objet de plusieurs échanges entre les Comités directeurs des deux opérations, qui se sont mis d'accord sur les recommandations à faire à ce propos.

Il reste cependant bien important de considérer, en relation avec la spécialisation à l'intérieur de la Biochimie et

---

(3) Opération Sciences de la Santé: Dossier N° 10, Sous-secteur Scientifique du milieu de la santé. Etat des faits, D.G.E.S., M.E.Q. 1974.

l'orientation des programmes vers des fonctions de travail, tous les domaines d'application de la discipline dont nous avons rappelé l'existence dans l'introduction de ce chapitre, et pas seulement le secteur de la santé.

16.4 La recherche

Comme nous l'avons déjà signalé, il existe dans les départements de Biochimie québécois une activité de recherche bien soutenue. On trouvera plus de détails à ce sujet dans l'étude d'Iorio, qui présente en annexe une liste complète des sujets de recherche et des subventions reçues pour l'année 1973-1974 (4).

Les titres des sujets aussi bien que la provenance de la plus grande partie des ressources disponibles témoignent d'une forte polarisation de la recherche vers les problèmes bio-médicaux.

Les développements futurs devraient peut-être, par conséquent, être orientés plutôt vers les autres champs d'utilisation de la Biochimie. C'est ce qui semble d'ailleurs déjà en voie de s'amorcer dans quelques centres de recherche où la Biochimie joue un rôle important, par exemple le Centre de recherches en reproduction animale de l'Université de Montréal, le Centre de recherches en nutrition de l'Université Laval et le Centre de recherches en sciences appliquées à l'alimentation de l'UQAM.

---

(4) Dossier O.S.F. sur la Biochimie, 2ième partie, Annexe 2, p. 37.

Ce dernier domaine de la nutrition est par ailleurs un de ceux où la recherche appliquée est appelée à prendre des proportions considérables dans l'avenir et où on devrait par conséquent, comme nous l'avons suggéré au chapitre 10 de ce rapport, envisager la création de centres péri-universitaires plutôt que le maintien de simples centres universitaires.

Pour ce qui est de la recherche de base, le besoin de regroupement et de coordination sur lequel nous avons insisté dans le chapitre 10 se fait sentir d'une façon particulièrement aigüe en biochimie. La reconnaissance du fait que la biochimie est devenue une discipline autonome dans le secteur des sciences fondamentales entraîne comme corollaire la nécessité de définir d'une manière raisonnablement précise quelques champs de spécialisation à l'intérieur de cette discipline, de procéder dans chaque institution au regroupement des chercheurs dans un, deux ou au plus trois des champs de spécialisation. Le choix de ces champs par chacune des universités concernées, la coordination de l'ensemble, la reconnaissance éventuelle des regroupements majeurs devront se faire ensuite selon les modalités que nous avons décrites au chapitre 10.

Il est aussi normal, dans les institutions où existe un spectre étendu d'activités d'enseignement et de recherche en biochimie, de regrouper les enseignants et les chercheurs de la discipline en un seul département. La nécessité pour un tel département d'entretenir des relations très étroites avec d'autres unités, qui peuvent parfois appartenir à plusieurs facultés, entraîne évidemment des difficultés. Ces

difficultés ne semblent toutefois pas insurmontables, si on en juge par l'expérience de l'Université de Montréal et l'Université McGill, où les biochimistes sont groupés en un seul département relevant administrativement de la Faculté de Médecine et relié fonctionnellement aux facultés des Etudes supérieures et des Arts et des Sciences. Le même type d'organisation semble indiqué dans le cas de l'Université de Sherbrooke, où le département de Biochimie de la faculté de médecine pourrait prendre charge, pour le compte de la Faculté des sciences, d'un programme de premier cycle en biochimie. Mais la situation qui persiste à l'Université Laval, où deux départements de Biochimie oeuvrent indépendamment l'un de l'autre dans deux facultés différentes, paraît anormale et devrait être corrigée. Par ailleurs, cette université est aussi celle où les aspects non médicaux de la Biochimie sont susceptibles de prendre le plus d'importance, à cause de la présence de deux autres facultés intéressées à cette discipline: agriculture et alimentation, géodésie et foresterie. Dans ces conditions, ce n'est peut-être pas à la médecine, comme à Montréal, McGill et Sherbrooke, mais plutôt aux Sciences que le département de Biochimie, une fois unifié, devrait être rattaché.

RECOMMANDATIONS

16.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QU'un programme conduisant au grade de B.Sc. (Biochimie) soit offert dans chacune des institutions suivantes, si elle le juge à propos:

Université de Montréal
Université Laval
Université de Sherbrooke
Université du Québec à Montréal
Université du Québec à Trois-Rivières
Université McGill
Université Concordia

b) QUE ces programmes soient des programmes spécialisés structurés suivant les recommandations du chapitre 4 de ce rapport;

c) QUE les programmes B.Sc. (Biochemistry) de Bishop's, B.Sc. (Major in Biochemistry) de Concordia, Biochemistry (Chemical Orientation) et Biochemistry (Biological Orientation) de McGill soient abandonnés.

16.2 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE l'Ordre des chimistes du Québec accepte que le baccalauréat spécialisé en biochimie donne directement accès à la pratique de la profession, sans autre exigence à l'égard du contenu du programme menant à ce grade, le contenu étant élaboré en tenant compte de la diversité des besoins et des aspirations des étudiants, et le soin de veiller à son évolution normale étant confié au dynamisme propre des institutions.

16.3 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE les programmes de maîtrise en Biochimie offerts par les universités de Montréal, McGill, Laval et Sherbrooke soient restructurés suivant le mode d'organisation de la maîtrise ès sciences proposé à la section 5.2.1 de ce rapport;

b) QUE ces maîtrises en Biochimie, qui peuvent être du point de vue pédagogique, avec mémoire ou avec stage, soient du point de vue des objectifs visés, reliées de façon distincte aux différents champs de travail qui s'offrent aux diplômés, en particulier dans les services de santé (Biochimie clinique), l'industrie pharmaceutique, la médecine vétérinaire, l'agriculture, l'alimentation.

16.4 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

QUE les universités de Montréal, de Sherbrooke, Laval et McGill offrent chacune un programme de doctorat en Biochimie conforme aux objectifs et au mode d'organisation proposés aux sections 6.1 et 6.2 de ce rapport.

16.5 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE:

a) QUE l'Université Laval prenne les dispositions requises pour remplacer les deux départements de Biochimie qui existent présentement, à sa faculté de médecine et à sa faculté des sciences et de génie, par un seul département responsable de l'enseignement de la biochimie dans les programmes de 1er, 2e et 3e cycle, et des enseignements de service en biochimie;

b) QUE les chercheurs en biochimie à l'Université Laval s'associent dans leurs travaux aux chercheurs des divers domaines d'application: santé, agriculture, foresterie, nutrition.

CHAPITRE 17 - CONCLUSION

En guise de conclusion à ce rapport, le Comité directeur de l'O.S.F. désire attirer l'attention sur certains aspects du processus de planification dont cette opération n'est en somme qu'une phase transitoire et incomplète.

. . .

On ne peut dire que la planification n'ait pas été ces dernières années un sujet à l'ordre du jour dans les universités québécoises. En dépit du fait que l'enseignement supérieur s'est trouvé initialement tenu un peu à l'écart de la réforme qui a transformé radicalement le système québécois d'éducation, nos universités ont connu, durant la dernière décennie, une évolution extrêmement rapide. Amorcé d'abord indépendamment au niveau de chaque institution, le mouvement est devenu de plus en plus collectif et coordonné, grâce à l'action de la Conférence des recteurs et principaux des universités du Québec, de la Direction générale de l'enseignement supérieur et du Conseil des universités. Comme ce dernier l'a fait remarquer, les universités ont accepté de bonne grâce les contraintes inhérentes à ce processus:

"Faisant face pour la première fois aux exigences d'une planification même partielle et timide à l'échelle d'un Etat, les universités québécoises ont assurément fait preuve, au cours des dernières années, d'une disponibilité et d'une

ouverture qui méritent d'autant plus d'être soulignées que leur susceptibilité en a parfois souffert, et qu'elles devaient agir dans des perspectives de planification ambigües. Ainsi en est-il, par exemple, pour les opérations sectorielles, dont il n'est pas facile de situer les objectifs par rapport aux politiques générales acceptées pour l'enseignement supérieur". (1)

Le déroulement de l'Opération Sciences Fondamentales s'est trouvé grandement facilité par cette attitude des institutions d'enseignement supérieur.

Nous avons cependant fréquemment noté, au cours de nos travaux, que l'information des professeurs du secteur qui nous intéresse laisse fort à désirer. On accuse souvent le scientifique de s'intéresser plus aux choses qu'aux personnes, de s'enfermer dans son laboratoire, de ne pas se soucier de l'influence de ses activités sur la société. Sans aller aussi loin dans cet ordre d'idées, nous sommes forcés de reconnaître que les professeurs de sciences fondamentales connaissent mal l'organisation universitaire au Québec et les attributions des divers organismes impliqués. On va même jusqu'à confondre Conseil des universités et Direction générale de l'enseignement supérieur. Pourtant nos organismes sont peu nombreux, et le système qu'ils forment est relativement simple. En France, où le système est extrêmement plus complexe et les organismes plus nombreux, on imagine mal un professeur de science qui ne saurait pas distinguer entre la Direction générale de

---

(1) Conseil des universités, Objectifs généraux de l'enseignement supérieur et Grandes orientations des établissements. Cahier III (1973) p. 6.

la recherche scientifique et technique (D.G.R.S.T.) et la Commission de la recherche du plan.

Cette situation est regrettable et il faudrait prendre tous les moyens pour y remédier. Il s'agit là d'un prérequis élémentaire si l'on veut que soit efficace la participation de la base à l'élaboration des politiques scientifiques et au choix des priorités.

Ce manque d'information chez les universitaires du secteur des sciences fondamentales a rendu plus difficile le travail de l'O.S.F. Malgré une large diffusion, dès l'origine, auprès de l'ensemble du corps professoral, du mandat et des objectifs de l'Opération, le rôle de cette dernière est resté mal connu. Le Comité directeur regrette de n'avoir pas reçu autant de réactions et de commentaires qu'il le souhaitait, à la suite de la diffusion des dossiers et des études de l'O.S.F. Il espère quand même que ces documents ont effectué une certaine sensibilisation du milieu, et que la lecture de ce rapport incitera un plus grand nombre de scientifiques universitaires à s'intéresser à la planification de leur secteur. Il est bien évident en effet que cette planification, pour avoir quelque chance de succès devra s'appuyer sur une très large participation. En faisant appel à la collaboration de plusieurs personnes des milieux intéressés, à titre de responsables de divers dossiers, en ayant recours à de multiples consultations dans le milieu universitaire, l'Opération Sciences Fondamentales par ses propres activités depuis deux ans a déjà amorcé cette participation à la planification; il importe qu'elle se continue.

Dans cette optique, le rapport de l'O.S.F. doit être considéré comme une invitation faite aux intéressés et non pas comme un ensemble d'impératifs, comme l'initiateur d'une réaction continue et non pas comme la fin d'une démarche, comme le premier stade d'un plan de développement et non pas comme le plan définitif.

Dans ce but, la réflexion suscitée dans le milieu par l'O.S.F. est en un sens aussi importante que le rapport lui-même pour l'avenir des sciences fondamentales dans les universités québécoises.

. . .

L'individualisme des scientifiques québécois et leur manque d'intérêt pour les travaux de planification se reflète aussi dans la sérieuse confusion qui existe à propos des organisations scientifiques. Cette confusion est à la fois la cause et le résultat de la faiblesse des diverses organisations, laquelle est à son tour entretenue d'une façon chronique par la faiblesse des effectifs de scientifiques.

Toutefois, il saute aux yeux, pour peu qu'on s'y arrête un instant, que les scientifiques québécois, en raison même de leur petit nombre, auraient tout intérêt à appartenir à des organismes scientifiques forts, bien à eux. La situation présente où chaque scientifique se partage entre les organismes qui existent, pour sa discipline, à l'échelle internationale, américaine ou canadienne, n'est pas très satisfaisante. Elle conduit de toute évidence à la dilution et à la perte d'identité.

Laissons de côté les organismes internationaux et américains. Les scientifiques québécois y appartiennent à titre individuel ce qui peut être extrêmement bénéfique voire même indispensable au plan de la communication scientifique pour une petite communauté comme la nôtre.

Par contre, il existe dans chaque discipline des organismes canadiens dans lesquels les scientifiques québécois ont une influence et un intérêt souvent marginaux. Ces organismes n'ont d'ailleurs aucun impact sur les activités scientifiques au Québec. Pourtant l'organisation de la science et le financement de la recherche en particulier se situent dans un contexte fédéral. Il serait logique que l'organisation des scientifiques reflète cette situation.

Pour y parvenir, il serait intéressant d'envisager la possibilité que dans chaque discipline, l'association canadienne déjà existante se constitue en chapitres provinciaux bien structurés qui permettraient, au Québec, le regroupement des scientifiques. En Australie, l'Association des physiciens est

constituée ainsi de chapitres provinciaux. Les divers organismes provinciaux, hormis les ordres professionnels, pourraient se fusionner avec ces chapitres pour donner une seule association forte dans laquelle les scientifiques trouveraient leur identité.

Par ailleurs, ces chapitres pourraient s'affilier à l'ACFAS et jouer au sein de celle-ci le rôle de sections disciplinaires. L'ACFAS, vieille de plus de cinquante ans, est une société dynamique au Québec dans laquelle un grand nombre de scientifiques se reconnaissent. L'influence de l'ACFAS pourrait permettre aux chapitres de se consolider et, en retour, ces derniers apporteraient leur contribution aux activités générales de l'ACFAS.

. .

Le travail du Comité directeur de l'Opération Sciences Fondamentales se termine avec la remise du présent rapport au ministère de l'Education.

Comme on s'en est sans doute rendu compte en lisant les chapitres précédents, il restera beaucoup à faire avant que les conclusions, suggestions et propositions que nous avons formulées, même en supposant qu'elles paraissent acceptables à tous les intéressés puissent passer dans les faits. Les recommandations que nous soumettons sont d'ailleurs fort peu homogènes à ce point de vue. Certaines d'entre elles -

abolition ou suspension d'un programme, par exemple - portent sur des situations bien précises et concrètes, et elles peuvent donner lieu à une action immédiate. D'autres, par exemple celles qui ont trait à la définition des champs de spécialisation en recherche et au regroupement des chercheurs, sont beaucoup plus imprécises et ne font qu'indiquer comment amorcer une démarche qui devra nécessairement se poursuivre sur une longue période.

Il apparaît donc indispensable, si l'on veut que l'Opération Sciences Fondamentales donne vraiment des résultats et ait une influence sur le développement du secteur, que quelqu'un se charge d'en coordonner les suites. Il appartient naturellement au ministère de l'Education de prendre les dispositions requises à cet effet.

RECOMMANDATIONS

17.1 L'OPERATION SCIENCES FONDAMENTALES RECOMMANDE

QUE le ministère de l'Education mette sur pied un mécanisme de coordination pour veiller aux suites de l'Opération Sciences Fondamentales.

Annexe 1

Membres du Comité des Sciences Fondamentales du Conseil des universités

M. Germain GAUTHIER, président du Conseil des universités, Président du Comité.

M. Christian CHOLETTE, professeur au département des sciences pures, Université du Québec à Chicoutimi.

M. Roger DAOUST, directeur, Institut du cancer, Hôpital Notre-Dame, Montréal.

M. Florent DEPOCAS, directeur adjoint, Division des sciences biologiques, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa.

M. James G. DICK, directeur du département de chimie, Université Concordia.

M. Jacques DUNNIGAN, vice-doyen de la Faculté des sciences, Université de Sherbrooke.

M. Yves GIROUX, vice-doyen à la recherche, Faculté des sciences et de génie, Université Laval.

M. Walter HITSCHFELD, vice-recteur à la recherche, Université McGill.

M. Conrad EAST, directeur, Centre de recherches écologiques, Université du Québec à Montréal.

M. Anatole JOFFE, directeur du Centre de recherches mathématiques, Université de Montréal.

M. Fernand Lemay, professeur au département de didactique, Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval.

M. Clément NOLIN, étudiant, département de chimie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval.

M. Cyrias OUELLET, professeur au département de chimie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval.

M. Yvon PERRON, directeur, Laboratoires Bristol du Canada, Candiac.

M. Jean SAINT-LOUIS, étudiant, département de pharmacologie, Faculté de médecine, Université de Sherbrooke.

Mme Brigitte SCHROEDER-GUDEHUS, professeur à l'Institut d'histoire et de sociopolitique des sciences, Faculté des arts et des sciences, Université de Montréal.

MM. Pierre MARCEAU, Louis GENDREAU et Yves ROUSSEAU ont agi successivement comme secrétaires du Comité.

Annexe 2

Délégués des universités auprès de l'O.S.F.

Université Bishop's

M. Claude THIBAULT, assistant du recteur, jusqu'au 1er juillet 1974, et par la suite le recteur, M. Dennis HEALY.

Université Concordia

M. Roger VERSCHINGEL, doyen de la faculté des sciences.

Université Laval

M. Jean-Guy PAQUET, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche.

Université McGill

M. Dale C. THOMSON, vice-recteur à l

Université de Montréal

M. Jacques ST-PIERRE, vice-recteur à la planification.

Université de Sherbrooke

M. Normand LA ROCHELLE, vice-recteur aux affaires académiques, jusqu'au 1er juillet 1975, et par la suite M. Gaston DENIS, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche.

Université du Québec

M. Maurice BOISVERT, vice-président à l'enseignement, jusqu'au 31 janvier 1975, et par la suite M. Pierre CAZALIS, vice-président à la planification.

Université du Québec à Chicoutimi

M. Roger MILLER, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche, jusqu'au 31 octobre 1974, et par la suite M. Jean-Marc DENOMME, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche.

Université du Québec à Montréal

M. Maurice BROSSARD, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche, jusqu'au 15 août 1974, et par la suite M. Marc BELANGER, vice-recteur à l'enseignement et à la recherche.

Université du Québec à Rimouski

M. Bernard MARINIER, doyen des études avancées et de la recherche.

Université du Québec à Trois-Rivières

M. Jacques VALADE, directeur du Bureau de la recherche, jusqu'au 1er décembre 1974, et par la suite M. Jacques PARENT, doyen des études avancées et de la recherche.

Institut national de la recherche scientifique

M. Claude GEOFFRION, directeur scientifique.

Institut Armand Frappier

M. Vytautas PAVILANIS, directeur scientifique.

Annexe 3

PUBLICATIONS DE L'O.S.F. (1)

Titre	Auteur (s)	Date de parution	N° de série D.G.E.S. M.E.Q.
A- Documents préliminaires			
O.S.F. But, Organisation, Programmation, Cheminement	Comité directeur	Mai 1973	37-8750
O.S.F. Présentation	Comité directeur	Juin 1973	37-8751
Elaboration des dossiers de sous-secteurs. Directives cadres à l'intention des responsables	Comité directeur	Juin 1973	37-8752
B- Dossiers de sous-secteurs			
La Chimie			
1ère partie: Analyse de la situation actuelle	Jacques Desnoyers	Octobre 1974	37-8776
2e partie: Etude de prospective	Jacques Desnoyers	Novembre 1974	37-8777
3e partie: Les besoins du sous-secteur. Conclusions	Jacques Desnoyers	Octobre 1974	37-8778
Les Mathématiques			
1ère partie: Analyse de la situation actuelle	Hyman Kaufman	Décembre 1974	37-8778
2e partie: Etude de prospective	Hyman Kaufman	Janvier 1975	37-8790
3e partie: Les besoins du sous-secteur. Conclusions	Hyman Kaufman	Novembre 1974	37-8784

(1) Tous ces documents sont disponibles chez l'Editeur officiel du Québec

La Physique

1ère partie: Analyse de la situation actuelle	Claude Delisle	Novembre 1974	37-8781
2e partie: Etude de prospective	Claude Delisle	Décembre 1974	37-8785
3e partie: Les besoins du sous-secteur. Conclusions	Claude Delisle	Décembre 1974	37-8789

Les Sciences biologiques

1ère partie: Analyse de la situation actuelle	Robert Saucier	Novembre 1974	37-8783
2e partie: Etude de prospective	Robert Saucier	Décembre 1974	37-8787
3e partie: Exposé des besoins. Conclusions	Robert Saucier	Décembre 1974	37-8788

Les Sciences de la Terre

1ère partie: Analyse de la situation actuelle	Bruno P. d'Anglejan	Novembre 1974	37-8782
2e partie: Etude de prospective	Bruno P. d'Anglejan	Octobre 1974	37-8780
3e partie: Les besoins du sous-secteur. Conclusions	Bruno P. d'Anglejan	Octobre 1974	37-8779

Les domaines connexes

L'environnement	Edouard Pagé	Février 1975	37-8793
Le journalisme scientifique	Pierre Sormany	Mars 1975	37-8794
La traduction scientifique	Jacques Lethuillier	Février 1975	37-8795
La sociopolitique des sciences	Camille Limoges	Mars 1975	37-8796
La documentation scientifique	Bernard Descamps	Mai 1975	37-8807

C- Dossier spécial

La Biochimie

1ère partie: Analyse de la situation actuelle. Eléments de prospective	Jacques Desnoyers et Robert Saucier	Février 1975	37-8792
2e partie: Etude complémentaire	Antoine d'Iorio	Février 1975	37-8791

D- Etudes particulières

Etude N° 1: Attitudes des étudiants à l'égard de la science et de la technologie	Pierre-W. Bélanger	à paraître	
Etude N° 2: Adéquation formation-emploi pour les diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec	Colette Noiseux et Claude Gauthier	Novembre 1975	37-8811
Etude N° 3: Le profil de carrière des diplômés en sciences fondamentales des universités du Québec	Guy Girard	Mars 1976	37-8813
Etude N° 4: L'avenir des sciences fondamentales	Brigitte Schroeder-Gudehus	Mai 1975	37-8801
Etude N° 5: La place de la recherche en sciences fondamentales à l'université	John F. Harrod	Juin 1975	37-8808
Etude N° 6: La pédagogie universitaire en sciences fondamentales	Michel de Celles	Mai 1975	37-8806
Etude N° 7: L'utilisation des ordinateurs en sciences fondamentales	Gilles Beaudet	Juin 1975	37-8804
Etude N° 8: Formation, perfectionnement et recyclage des maîtres en sciences fondamentales	Yvan Chassé et Louis-Marie Tremblay	Avril 1975	37-8802

Etude N° 9: Les interactions université-industrie au Québec dans le secteur des sciences fondamentales	Jean-Claude Richer	Mai 1975	37-8803
Etude N° 10: La crise de l'énergie et ses répercussions en sciences fondamentales	John M. Robson	Juin 1975	37-8809

E- Rapports

Projet de rapport	Comité directeur	Août 1975	37-8810
Rapport au ministère de l'Education	Comité directeur	Avril 1975	37-8814

Annexe 4

EXPOSES REDIGES A LA DEMANDE DU COMITE DIRECTEUR

Auteurs	Titres
Maurice Avery	La formation de généralistes par les sciences fondamentales
Jean-Pierre Bernier	La durée des premier et second cycles universitaires
Pierre Couillard	La science et le scientifique dans la société
Don C. Donderi	Enseignement général en sciences
Jean LeTourneux	Les disciplines scientifiques
René-J.-A. Lévesque	Les effectifs de la recherche en sciences fondamentales
Paul Marmet	Recherche en sciences fondamentales et enseignement du premier cycle
Jean Ménard	Durée des 1er et 2e cycles en sciences fondamentales
Maurice Rouleau	L'étudiant de sciences fondamentales en recherche
J.L. Southin	Research and good science teaching at the undergraduate level
Mario Thomas	L'étudiant de sciences fondamentales en recherche
G.A. Woonton	Quasi-Centres, Centres, Départements and the University

L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
SERVICE DE LA REPROGRAPHIE
Mai 1976